

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности предприятий пищевых
отраслей»
для студентов направления 19.03.03 «Биоинженерия и технологии»

Ставрополь
2026

Оглавление

<u>Введение</u>	14
<u>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1</u>	16
<u>Тема занятия: «Расчет вентиляции по избыткам тепла и влаги в помещении»</u>	16
<u>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2</u>	26
<u>Тема занятия: «Расчет совмещенного освещения в помещениях»</u>	27
<u>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3</u>	38
<u>Тема занятия: «Расчет звукопоглощающей облицовки »</u>	38
<u>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4</u>	49
<u>Тема занятия: «Расчет заземления оборудования»</u>	49
<u>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5</u>	63
<u>Тема занятия: «Расчет зануления оборудования»</u>	63
<u>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6</u>	71
<u>Тема занятия: «Расчет молниезащиты зданий и сооружений»</u>	71
<u>ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7</u>	82
<u>Тема занятия: «Идентификация источников, определение количества и состава выбросов в атмосферу. Расчет рассеивания выбросов в атмосфере»</u>	82
<u>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8</u>	87
<u>Тема занятия: «Расчет сооружений механической очистки сточных вод »</u>	87
<u>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9</u>	98
<u>Тема занятия: «Расчет сооружений физико-химической очистки сточных вод »</u>	98

Введение

Основной целью образования по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» является формирование профессиональной культуры безопасности (экологической культуры), под которой понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения безопасности в сфере профессиональной деятельности, характера мышления и ценностных ориентаций, при которых вопросы безопасности рассматриваются в качестве приоритета.

Основными обобщенными задачами дисциплины являются: приобретение понимания проблем устойчивого развития и рисков, связанных с деятельностью человека; овладение приемами рационализации жизнедеятельности, ориентированными на снижения антропогенного воздействия на природную среду и обеспечение безопасности личности и общества; формирование культуры безопасности, экологического сознания и риск-ориентированного мышления, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов жизнедеятельности человека; готовности применения профессиональных знаний для минимизации негативных экологических последствий, обеспечения безопасности и улучшения условий труда в сфере своей профессиональной деятельности; мотивации и способностей для самостоятельного повышения уровня культуры безопасности; способностей к оценке вклада своей предметной области в решение экологических проблем и проблем безопасности; формирование культуры профессиональной безопасности, способностей для идентификации опасности и оценивания рисков в сфере своей профессиональной деятельности; способностей для аргументированного обоснования своих решений с точки зрения безопасности.

Компетенции, которые формируются при изучении дисциплины:

УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

ОПК-3. Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов

ПК-2 Способен разрабатывать порядок выполнения работ по организации и ведению технологического процесса, организовывать работу структурного подразделения, разрабатывать производственную документацию, составлять отчетность по утвержденным формам

Краткая характеристика дисциплины, ее место в учебном процессе.

Безопасность жизнедеятельности – дисциплина, в которой рассматриваются основы безопасного взаимодействия человека со средой обитания и основы защиты от негативных факторов в опасных и чрезвычайно опасных ситуациях. Изучение дисциплины формирует у специалиста представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности и отдыха с требованиями к безопасности техники и защищенности человека. Реализация этих требований гарантирует сохранение работоспособности и здоровья человека, готовит его к действиям в экстремальных условиях.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

Тема занятия: «Расчет вентиляции по избыткам тепла и влаги в помещении»

1. Теоретическая часть

Вентиляцией называется организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу свежего чистого воздуха.

Вентиляция классифицируется по различным признакам.

По способу перемещения воздуха различают системы естественной, механической (искусственной) и смешанной вентиляции.

По характеру охвата помещения различают общеобменную, местную и смешанную системы вентиляции.

При определении необходимого количества воздуха, подаваемого в помещение общеобменной вентиляцией, руководствуются следующими условиями.

При отсутствии газообразных выделений в производственных помещениях с объемом на каждого работающего менее 20 м^3 , воздухообмен должен составлять не менее $30 \text{ м}^3/\text{ч}$, а в помещениях с объемом от 20 до 40 м^3 не менее $20 \text{ м}^3/\text{ч}$. в помещениях с объемом на одного работающего более 40 м^3 при наличии естественной вентиляции воздухообмен не рассчитывается. В тех случаях, когда естественная вентиляция отсутствует, расход воздуха на одного работающего должен составлять не менее $60 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Вентиляция обеспечивает в помещении определенный воздухообмен. Воздухообмен - это количество воздуха подаваемого или удаляемого из помещения в единицу времени.

Приступая к проектированию вентиляции, необходимо прежде всего дать характеристику производственного помещения и проводимых в нем технологических процессов. Следует указать все виды выделений (влаги, вредных веществ, избытка тепла), характер их воздействий на человека,

нормируемые предельно допустимые концентрации вредных веществ и параметры микроклимата в помещении, где осуществляется производственный процесс.

Воздухообмен в зависимости от конкретных условий рассчитывается по следующим показателям:

При выделении явного тепла воздухообмен определяется по формуле:

$$L = \frac{3600 * Q_{я}}{\rho * c * (t_{y} - t_{n})}$$

где: $L_{пр}$ – требуемое количество приточного воздуха, м³/ч;

C – удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, равная 1 кДж/кг град;

$\rho_{пр}$ – плотность приточного воздуха, для стационарных условий принимается 1,2 кг/м³;

t_{yx} – температура удаляемого воздуха, °C;

$t_{пр}$ – температура приточного воздуха, °C.

Температуру удаляемого воздуха из помещения с теплоизбытками можно определить по формуле:

$$t_{yx} = t_{p.з} + a (h - 2), °C$$

где: $t_{p.з}$ – температура в рабочей зоне (на высоте 2 м от пола), °C;

a – нарастание температуры в градусах на каждый метр высоты выше 2 м; принимается для помещений с небольшими тепловыделениями 0,5 °C, с большими тепловыделениями 0,7 – 1,5 °C;

h – высота помещения, м.

Для помещений высотой до 4 м увеличение температуры по высоте практически можно не учитывать.

Для эффективного удаления избытков явной теплоты температура приточного воздуха должна быть на 5 – 8 °C ниже температуры воздуха рабочей зоны.

При выделении избытков водяных паров воздухообмен рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{G}{\rho * (d_y - d_n)},$$

где: $G_{вл}$ – масса водяных паров, выделяющихся в помещении, г/ч;

d_{yx} – содержание влаги в удаляемом из помещения воздухе, г/кг;

$d_{пр}$ – содержание влаги в наружном воздухе, г/кг;

$\rho_{пр}$ – плотность приточного воздуха, кг/м³.

При выделении газообразных или парообразных вредных веществ воздухообмен определяется по формуле:

$$L = \frac{G * y}{ПДК_{рз} - C_{пр}},$$

где: $L_{я}$ – требуемое количество поступающего воздуха, м³/ч;

z – масса вредных паров или газов, мг/ч;

$C_{пр}$ – концентрация вредного вещества в поступающем воздухе (не должно превышать 0,3 ПДК), мг/м³;

C_{yx} – концентрация вредного вещества в удаляемом воздухе (не должна превышать ПДК), мг/м³.

Таблица 1

Давление Р и плотность ρ насыщенных паров воды при различных температурах t °С

t °С	Р		ρ г/м ³	t °С	Р		ρ г/м ³
	кПа	мм. рт. ст			кПа	мм. рт. ст	
0	0,611	4,53	4,84	17	1,94	14,53	14,5
1	0,656	4,92	5,22	18	2,06	15,48	15,4
2	0,705	5,29	5,60	19	2,19	16,48	16,3
3	0,757	5,68	5,98	20	2,34	17,54	17,3
4	0,813	6,10	6,40	21	2,48	18,6	18,3
5	0,872	6,54	6,84	22	2,64	19,8	19,4
6	0,934	7,01	7,03	23	2,81	21,1	20,6
7	1,01	7,57	7,8	24	2,99	22,4	21,8

8	1,07	8,05	8,3	25	3,17	23,8	23,0
9	1,15	8,61	8,8	30	4,24	31,8	30,3
10	1,23	9,21	9,4	40	7,37	55,3	51,2
11	1,31	10,0	10,0	50	12,3	92,5	83,0
12	1,40	10,52	10,7	60	19,9	149,4	130
13	1,50	11,23	11,4	70	31,0	233,7	198
14	1,59	11,99	12,1	80	47,3	255,1	293
15	1,70	12,79	12,8	90	70,1	525,8	424
16	1,81	13,63	13,6	100	101,3	760,0	598

Для определения избытков явного тепла в помещении используют следующие зависимости:

Тепловыделение от оборудования, приводимого в движение электродвигателями рассчитывается по формуле:

$$Q_{об} = 10^3 \times N_y \times n_1 \times n_2 \times n_3, \text{ Дж/с}$$

где: $Q_{об}$ – количество тепла от оборудования, Дж/с;

N_y – установочная мощность электродвигателей, кВт;

n_1 – коэффициент использования установочной мощности (0,7 – 0,9);

n_2 – коэффициент загрузки (0,4 – 0,9);

n_3 – коэффициент одновременности работы оборудования.

Расчет количества тепла, поступающего от светильников производится из условия, что вся энергия, мощность затрачиваемая на освещение, в конечном счете преобразуется в тепло.

$$Q_c = n \times P_{л}, \text{ Дж/с}$$

где: Q_c – количество тепла, поступающего от светильников, Дж/с;

n – общее количество ламп, шт;

$P_{л}$ – мощность одной лампы, Вт;

Тепловыделение от нагретых поверхностей определяется по формуле:

$$Q_n = a \times F (t_n - t_v), \text{ Дж/с}$$

где: a коэффициент теплоотдачи от поверхности к воздуху, Дж/6 × м²;

F – площадь нагретой поверхности, м^2 ;

$t_{\text{п}}$ – температура нагретой поверхности, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{в}}$ – температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

Величина коэффициента теплоотдачи определяется для цилиндрической поверхности по формуле:

$$\alpha = 9,4 + 0,0052 (t_{\text{п}} - t_{\text{в}}),$$

для плоской поверхности по формуле:

$$\alpha = 9,7 + 0,07 (t_{\text{п}} - t_{\text{в}}).$$

где: Потери тепла от нагретого трубопровода, расположенного внутри помещения определяются по формуле:

$$Q_{\text{т}} = l \times q_{\text{т}}, \text{Дж/с}$$

где: l – длина трубопровода, м;

$q_{\text{т}}$ – потери тепла с одного погонного метра трубопровода, Дж/см (табл. 2).

Таблица 2

Потери тепла с 1 м изолированного трубопровода

Наружный диаметр, мм	Температура теплоносителя, $^{\circ}\text{C}$					
	50	70	100	150	250	350
	Потери тепла, Дж/с $\times$ м					
32	14	21	32	50	86	122
57	16	24	37	61	104	147
76	17	28	39	67	115	164
89	18	29	45	72	122	173
108	25	37	52	79	131	185
133	31	42	61	88	146	204
159	36	49	70	97	162	223
219	44	57	81	116	191	263

Если в помещении имеется бассейн с нагретой водой, то в воздушную среду поступает тепло и влага.

Тепловыделения с поверхности воды могут быть определены по формуле:

$$Q_{\text{в}} = (5,7 + 4 \times n) \times (t_{\text{в}} - t_{\text{в}}) \times F, \text{Дж/с} \times \text{м}^2$$

где: n – подвижность воздуха над поверхностью воды, м/с;

t_w – температура воды, °C;

t_b – температура воздуха, °C;

F – площадь поверхности воды, м².

Организм человека также выделяет тепло. Количество тепла, выделяемое человеком, зависит от метеорологических условий и характера выполняемой работы. Потери тепла происходят в основном с поверхности кожи путем излучения, конвекции и испарения влаги.

Количество тепла, выделяемое людьми может быть определено по формуле:

$$Q_{\text{л}} = N \times g_{\text{л}}, \text{ Дж/с}$$

где: N – количество людей, работающих в помещении, чел.;

$g_{\text{л}}$ – количество тепла, выделяемое одним человеком. Дж/с (табл. 3).

Таблица 3

Количество тепла, выделяемое одним человеком

Характер работы	Тепловыделения, Дж/с
Легкие физические работы	
категория 1а	Менее 139
категория 1б	140 – 174
Средней тяжести физические работы	
категория 11а	175 – 232
категория 11б	233 – 290
Тяжелые физические работы	более 290

Общее количество явного тепла, выделяемое в помещении определяется по формуле:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{об}} + Q_{\text{с}} + Q_{\text{н}} + Q_{\text{т}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{л}}, \text{ Дж/с}$$

Учитывая, что 15 – 20% явного тепла теряется, уходит через неплотности и поры ограждающих конструкций, избыточное тепло определяется по формуле:

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{общ}} - (0,15 - 0,2) \times Q_{\text{общ}}, \text{ Дж/с}$$

При наличии в помещении бассейна с нагретой водой, влаговыделения с поверхности бассейна определяются по формуле:

$$G_6 = (a + 0,0174 n) \times (P_w - P_b), \text{ г/ч}$$

где: a – фактор гравитационной подвижности воды, принимаемый в зависимости от температуры (табл. 4);

n – подвижность воздуха над поверхностью воды, м/с;

P_w – упругость водяных паров, насыщающих воздух при температуре поверхности воды (табл. 1), мм. рт. ст;

P_b – упругость водяных паров, насыщающих воздух при температуре воздуха помещения (табл. 1), мм. рт. ст;

Таблица 4

Значение фактора гравитационной подвижности

Температура воды, °С	30	40	50	60	70	80	90	100
Величина a	0,022	0,028	0,033	0,037	0,041	0,051	0,06	0,066

Таблица 5

Температура поверхности жидкости в зависимости от температуры жидкости

Температура жидкости, °С	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Величина a	18	23	28	33	37	41	45	51	58	69	82	90

Количество влаги, выделяемое людьми определяется по формуле:

$$G_l = n \times d_l, \text{ г/ч}$$

где: n – количество людей, работающих в помещении, чел;

d_l – количество влаги, выделяемое одним человеком (табл. 6), г/ч;

$$G_{вл} = G_6 + G_l, \text{ г/ч}$$

Таблица 6

Количество влаги, выделяемое одним человеком

Характер работы	Температура окружающего воздуха, °С

	15	20	25	30
Состояние покоя	40	45	50	80
Физическая работа:				
легкая	55	70	125	140
средняя	110	160	180	230
тяжелая	185	200	300	380

Одним из основных вредных веществ, выделяющихся в жилых, производственных и общественных зданиях является углекислый газ CO₂. Количество выделяемого человеком углекислого газа зависит от возраста людей, характера выполняемой работы (табл. 7).

$$Z = n \times Z_{\text{чел}}$$

где: Z_{чел} – количество CO₂, выделяемое человеком (табл. 7).

Таблица 7

Зависимость выделяемого человеком углекислого газа CO₂ от характера выполняемой работы и возраста людей

Характер работы. Возраст людей	Количество CO ₂ , выделяемое людьми	
	г/ч	л/ч
Взрослыми при физической работе:		
легкой	45	30
средней	56	38
тяжелой	63	45
в состоянии покоя	35	23
детьми до 12 лет	18	12

Таблица 8

Допустимые концентрации углекислого газа в помещении

Объекты пребывания людей	Концентрации углекислого газа CO ₂	
	г/ч	л/ч
Постоянного пребывания людей (жилые дома)	1,5	1
Больницах	1	0,7
Предприятиях, учреждениях	1,75	1,25
Кратковременного пребывания людей	3	2

Таблица 9

Содержание углекислого газа в наружном воздухе

Населенные пункты	Содержание углекислого газа CO ₂	
	г/ч	л/ч
Для сельской местности	0,6	0,4
Для поселков	0,7	0,47
Для городов	0,9	0,60

Используя приведенные выше зависимости, необходимо рассчитать потребный воздухообмен для удаления из помещения избытков явного тепла, избытков водяных паров и вредных газов (CO₂). На основе наибольшего полученного значения можно подобрать вентилятор (с учетом величины напора) и организовать общеобменную вентиляцию в помещении.

В помещениях большого объема возможно начинать вентилирование не сразу, а после того как концентрация вредности достигнет допустимого предела. Этот промежуток времени t (в часах) может быть рассчитан по формуле:

$$t = \frac{V \times (C_{\text{пдк}} - C_{\text{н}})}{Z}, \text{ ч}$$

где: V – объем помещения, м³;

$C_{\text{пдк}}$ – предельно–допустимая концентрация вредного вещества, мг/м³;

$C_{\text{н}}$ – начальная концентрация вредного вещества в помещении, мг/м³;

Z – количество вредных веществ, выделяющихся в помещении, мг/ч.

Задания

Задание 1. Рассчитать потребный воздухообмен в помещении, имеющем следующие показатели:

Варианты, параметры	I	II	III
N _y , кВт	25, 14, 40	30, 45, 55	20, 18, 30

$F, \text{ м}^2$	3, 2	3, 8	4, 1
$t_{\text{п}}, ^\circ\text{C}$	85	70	60
$\Delta \text{ труб, мм}$	89	108	133
$t_{\text{труб}}, ^\circ\text{C}$	70	100	150
$l_{\text{тр}}, \text{ м}$	13	15	17
$P_{\text{л}}, \text{ ВТ}$	11 ламп по 300	13 ламп по 500	18 ламп по 200
$t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$	По ГОСТ 12.1.005–88		
Категория работ	II а	II б	III
$N, \text{ чел}$	68	57	63
$n, \text{ м/с}$	2	2,2	2,4
$F_{\text{б}}, \text{ м}^2$	2,4	2,6	2,8
$t_{\text{w}}, ^\circ\text{C}$	60	70	75

Условные обозначения даны в тексте практического занятия.

Задача 2: В помещении для собрания собралось: I вариант – 69 человек, II – 78 человек, III – 95 человек. Объем помещения соответственно I – 980 м³, II – 1240 м³, III – 1120 м³. Определить, через сколько времени после начала собрания нужно включить приточно–вытяжную вентиляцию, если помещение расположено в г.Ставрополе.

Задание 3. На улице два градуса тепла. Вентиляционная установка подает с улицы в цех 1000 м³/ч воздуха. Какую мощность должна иметь нагревательная установка, если в цехе необходимо поддерживать температуру 20 °С (Удельную теплоемкость считать равной 1 кДж/кг·град, а плотность воздуха 1 кг/м³) ?

Вопросы к практическому занятию

1. Что такое воздухообмен?

2. Приведите формулу для расчета воздухообмена для удаления избытков явного тепла
3. Как рассчитать кратность воздухообмена?

5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

- [illegible]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

Тема занятия: «Расчет совмещенного освещения в помещениях»

1. Теоретическая часть

Естественное освещение, с физиологической точки зрения, наиболее благоприятно для человека.

Различают естественное **боковое** освещение (через световые проемы, расположенные в наружных стенах), **верхнее** (через световые проемы, расположенные на крыше здания) и **комбинированное** – сочетание названных выше.

В качестве критерия оценки естественного освещения принята относительная величина – **коэффициент естественной освещенности (КЕО)**, не зависящий от указанных выше параметров.

Коэффициент естественной освещенности – это отношение освещенности в данной точке внутри помещения ($E_{вн}$, лк) к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности ($E_{н}$, лк), создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в %.

$$KEO = \frac{E_{вн}}{E_{н}} \times 100, \% \quad (5.1)$$

Величина КЕО для различных помещений лежит в пределах от 0,1 до 10%.

При **одностороннем боковом освещении** нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности, на расстоянии 1м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, а при **двустороннем боковом освещении** в точке посередине помещения.

Нормированное значение к КЕО (e_n) для зданий, расположенных в различных районах, определяется по формуле

$$e_N = e_n \times m_N, \quad (5.2)$$

где N – номер группы обеспеченности естественным светом в соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица 5.2);

e_n – нормативное значение КЕО, в соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица 5.1);

m_N – коэффициент светового климата в соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица 5.3).

Полученные по этой формуле значения округляют до десятых долей.

Для обеспечения нормативной величины КЕО необходимо определить площадь световых проемов (окон и фонарей). Расчет световых проемов производится по формулам (СНиП II-4-79):

при боковом освещении

$$S_0 = \frac{e_N K_3 \eta_0 S_n}{100 \tau_0 \tau_1} K_{зд}; \quad (5.3)$$

где e_n – нормируемое значение коэффициента естественного освещения (таблица 5.1);

S_0 – площадь окон, м²;

S_n – площадь пола, м²;

K_3 – коэффициент запаса, принимается от 1,2 до 1,5;

η_0 – световая характеристика окон (таблица 5.4);

τ_0 – общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5, \quad (5.4)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала (таблица 5.5);

τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в конструкциях (таблица 5.5);

τ_3 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах световых проемов (при боковом освещении $\tau_3=1$); τ_3 – определяют по таблице 5.5;

τ_4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (таблица 5.5);

r_1 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к заданию (таблица 5.6);

K_{30} – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями (таблица 5.7).

Примеры

Задача 1. Освещенность на улице 8000 лк. В помещении средняя освещённость, создаваемая естественным светом, 100 лк. Найдите КЕО.

Решение:

Коэффициент естественной освещенности определяют по формуле 5.1

$$KEO = \frac{E_{вн}}{E_{нар}} * 100, \%,$$

где $E_{вн}$ – освещенность в контрольной точке внутри помещения, лк;

$E_{нар}$ – освещенность снаружи помещения, лк.

$$KEO = \frac{100}{8000} * 100 = 1,3\%,$$

Таким образом, КЕО составит 1,3%.

Задача 2. В производственном помещении длиной $A = 12$ м, шириной $B = 12$ м и высотой $H = 3,0$ м выполняются зрительные работы средней точности (разряд IV). Освещение рабочей поверхности осуществляется через боковые световые проемы, характеризующиеся коэффициентом светопропускания $t = 0,85$.

Рассчитать площадь световых проемов при следующих значениях коэффициента светового климата и отражения $m = 1,0$ и $\rho_{ср} = 0,4$.

Высота светового проема $h_{ок} = 2,4$ м.

Освещение одностороннее боковое. Глубина помещения составляет $(B-1)$.

Решение:

В помещении выполняются зрительные работы средней точности.

В соответствии со СНИП 23–05–95 нормируемая величина КЕО для IV разряда зрительных работ при боковом освещении составляет 1,5%.

По условию коэффициент светового климата составляет 1,1 .

Нормированное значение КЕО определено по формуле 5.2

$$e_n = e_n * m,$$

где n – номер группы обеспеченности района естественным светом (таблица 4.2);

e_n – значение КЕО, выбранное в соответствии с разрядом зрительных работ, % (таблица 4.1);

m – коэффициент светового климата (таблица 5.3).

$$e_n = e_n * m = 1,5 * 1,1 = 1,65 \%$$

Предварительный расчет площади световых проемов при боковом освещении произведен в соответствии со СНИП II-4 - 79 по формуле 5.3

$$100 * \frac{S_o}{S_n} = \frac{e_n * K_z * \eta_o * K_{zd}}{t_o * r_1},$$

где S_o – площадь световых проемов (в свету) при боковом освещении, м²;

S_n – площадь пола помещения, м². $S_n = 144 \text{ м}^2$;

e_n - нормированное значение КЕО,%. $e_n = 1,65\%$;

K_z – коэффициент запаса (СНИП 23-05- 95). $K_z = 1,3$ (таблица 4.4);

η_o – световая характеристика окон, определяемая по СНИП II– 4– 79 (таблица 4.5) Отношение длины помещения к его глубине 1,09, отношение глубины помещения к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна 4,6. $\eta_o = 22$;

K_{zd} – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями, определяемый по СНИП II- 4- 79 (таблица 4.6) $K_{zd} = 1$;

t_o – общий коэффициент светопропускания, $t_o = 0.85$ (таблицы 4.7, 4.8);

$r_{ср}$ – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и

подстилающего слоя, прилегающего к зданию, определяемый по СНиП II–4–79, $r_{cp} = 0,4$ (таблица 4.9).

$$100 * \frac{S_o}{144} = \frac{1,65 * 1,3 * 22 * 1}{0,4 * 0,85}$$

$$S_o = 199,86 \text{ м}^2.$$

Таблица 5.1

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зритель-ной работы	Естественное освещение		Совмещенное освещение	
			КЕО, ен, %			
			при верхнем или комбин. освещ.	при боковом освеще-нии	при верхнем или комбин. освещ.	при боковом освеще-нии
1	2	3	4	5	6	7
Наивысшей точности	менее 0,15	I	-	-	6,0	2,0
Очень высокой точности	от 0,15 до 0,30	II	-	-	4,2	1,5
Высокой точности	от 0,30 до 0,50	III	-	-	3,0	1,2
Средней точности	от 0,5 до 1,0	IV	4,0	1,5	2,4	0,9
Малой точности	от 1 до 5	V	3,0	1,0	1,8	0,6
Грубая (очень малой точности)	более 5	VI	3,0	1,0	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами	более 0,5	VII	3,0	1,0	1,8	0,6

Окончание таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7
Общее наблюдение за ходом производственного процесса постоянное		VIIIa	3,0	1,0	1,8	0,6
периодическое		VIIIб	1,0	0,3	0,7	0,2

Таблица 5.2

Номер группы	Административный район
1	Московская, Смоленская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Кемеровская области, Мордовия, Башкортостан, Татария, Республика Саха (Якутия), Хабаровский край и др.
2	Брянская, Курская, Орловская, Белгородская, Воронежская, Тамбовская, Ульяновская, Волгоградская области, Северо-Осетинская республика, Кабардино-Балкарская Республика, Чеченская Республика, Ингушская республика и др.
3	Калининградская, Псковская, Новгородская, Тверская, Ярославская, Ленинградская области, Карельская республика и др.
4	Архангельская, Мурманская области
5	Калмыцкая Республика, Ростовская, Астраханская области, Ставропольский край, Дагестанская республика, Приморский край.

Таблица 5.3

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, m				
		Номер группы административных районов				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах зданий	С	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	СВ, СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	З,В	1	0,9	1,1	1,1	0,8
	ЮВ, ЮЗ	1	0,85	1,0	1,1	0,8
	Ю	1	0,85	1,0	1,1	0,75
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С, Ю	1	0,9	1,1	1,2	0,75
	СВ,ЮЗ, ЮВ, ЮЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	В,З	1	0,9	1,1	1,2	0,7

Таблица 5.4 – Значения коэффициента запаса Кз

Помещения и территории	Коэффициент запаса (Кз)			
	Угол наклона светопропускающего материала к горизонту, градусы			
	0 - 15	16-45	46-75	76-90
Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне				
свыше 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	2,0	1,8	1,7	1,5
от 1 до 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	1,8	1,6	1,5	1,4
менее 1 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	1,6	1,5	1,4	1,3
Помещения общественных и жилых зданий				
пыльные, жаркие и сырые	2,0	1,8	1,7	1,6
с нормальными условиями среды	1,5	1,4	1,3	1,2

Таблица 5.5 – Значение световой характеристики η_0 окон при боковом освещении

Отношение длины помещения Lb к его глубине В	Значение световой характеристики η_0 при отношении глубины помещения В к высоте от уровня условной поверхности до верха окна $\hat{h}$							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 и более	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0	11,0	12,5
3	7,5	8,0	8,5	9,6	10,0	11,0	12,5	14,0
2	8,5	9,0	9,5	10,5	11,5	13,0	13,0	17,0
1,5	9,5	10,5	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	23,0
1	11,0	15,0	16,0	18,0	21,0	23,0	26,5	29,0
0,5	18,0	23,0	31,0	37,0	45,0	54,0	66,0	-

Таблица 5.6 – Значение коэффициента Кзд, учитывающего затенение окон противостоящими зданиями

Отношение Р/Нзд	Значение коэффициента Кзд
0,5	1,7
1,0	1,4
1,5	1,2
2,0	1,1
3,0 и более	1,0

$R/H_{зд}$ – отношение расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданиями к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна

Таблица 5.7 – Значения коэффициентов τ_1 и τ_2

Вид светопропускающего материала	Значение τ_1	Вид переплета	Значение τ_2
Стекло оконное листовое: одинарное двойное тройное	0,9 0,8 0,75	Переплеты для окон промышленных зданий: деревянные: одинарные спаренные стальные одинарные открывающиеся одинарные глухие Переплеты для окон общественных зданий: деревянные одинарные спаренные	0,75 0,7 0,75 0,9 0,8 0,75

Таблица 5.8 – Значения коэффициентов τ_3 и τ_4

Несущие конструкции покрытия	Значение τ_3	Солнцезащитные устройства	Значение τ_4
Стальные фермы Железобетонные и деревянные фермы и арки Балки и рамы сплошные при высоте сечения: 50 см и более менее 50 см	0,9 0,8 0,8 0,9	Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы Стационарные жалюзи при расположении пластин под углом 90° к плоскости окна: горизонтальные вертикальные	1,0 0,65 0,75

Таблица 5.9 – Значения коэффициента g_l

1*	2*	Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола								
		0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения к его глубине								
		0,5	1,0	2 и более	0,5	1,0	2 и более	0,5	1,0	2 и более
1-1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,0	1,05	1,0	1,0
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1
более 1,5 до 2,5	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,7	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,2
более 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,75	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,9	5,8	4,0	3,0	3,0	2,45	1,0	2,0	1,85	1,5
более 3,5	0,1	1,2	1,5	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,0
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,6	4,6	3,8	3,1	3,4	3,1	1,8	2,0	1,8	1,3

1* Отношение глубины помещения к высоте от уровня рабочей поверхности до верха окна

2* Отношение расчетной точки от наружной стены к глубине помещения

1. Задания

Задание 1. В производственном помещении длиной A , шириной B и высотой H выполняются зрительные работы разряда K .

Освещение рабочей поверхности осуществляется через боковые световые проемы, характеризующиеся коэффициентом светопропускания t .

Рассчитать площадь световых проемов при следующих значениях коэффициентов светового климата M и отражения P ср.

Высота светового проема $H_{ок}$.

Указание: глубину помещения принять при одностороннем освещении $(B - 1)$ м, при двустороннем – $B/2$, м.

Исходные данные принять по таблице 2.10.

Таблица 2.10

Параметры	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А, м	48	60	12	36	18	24	48	72	18	60
В, м	36	36	12	18	12	24	24	42	18	24
Н, м	4,8	4,8	3,0	4,2	3,6	3,6	4,2	5,4	3,6	4,8
К	V	VI	IV	V	IV	V	VI	VI	V	IV
Последняя цифра шифра										
Нок, м	4,2	4,2	2,4	3,6	3,0	3,0	3,6	4,8	3,0	4,2
М	1,2	1,1	1,0	1,15	1,0	0,9	0,8	1,1	1,2	0,9
t	0,65	0,75	0,85	0,8	0,85	0,80	0,9	0,85	0,7	0,95
Р ср	0,45	0,4	0,4	0,35	0,4	0,35	0,5	0,35	0,4	0,4
Система бокового освещения	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

0,2, 3, 4, 8 – одностороннее боковое освещение

1, 4, 5, 6, 7, 9 – двухстороннее боковое освещение

Задание 2. Освещенность на улице 3000 лк. В помещении средняя освещённость, создаваемая естественным светом, 100 лк. Найдите КЕО.

Задание 3. Освещенность на улице 8000 лк. В помещении средняя освещённость, создаваемая естественным светом, 400 лк. Найдите КЕО.

Задание 4. Определить требуемую величину КЕО в помещении, если выполняются зрительные работы разряда IV, а здание находится в Ставропольском крае. Ориентация окон – запад.

Задание 5. Определить требуемую величину КЕО в помещении, если выполняются зрительные работы разряда V, здание находится в Москве. Ориентация окон – юг.

Вопросы к практическому занятию

1. Что такое естественное освещение?

2. Какой показатель регламентируется при оценке естественного освещения?
3. Как нормируется естественное освещение?
4. Какие показатели учитывают при расчете необходимой площади световых проемов?

5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4-е /С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./Под общ. ред. С.В. Белова.- М.: Высшая школа, 2009. – 325 с.
2. ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство. – М.: Изд-во Ростехрегулирования, 2011 – 12 с.
3. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ Шум. Общие требования безопасности. – М.: ИПК Изд-во Стандартов, 2008 – 11 с.
4. <http://novtex.ru/bjd/> - Журнал «Безопасность жизнедеятельности».
5. <http://www.complexdoc.ru/> - База нормативных документов и технических стандартов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3

Тема занятия: «Расчет звукопоглощающей облицовки»

1. Теоретическая часть

В ГОСТ 12.1.029-80 «Средства и методы защиты от шума. Классификация» приведена общая классификация методов и способов защиты.

Так, средства защиты от шума по отношению к источнику подразделяются на методы, снижающие шум **в источнике его возникновения**, и средства, снижающие шум **на пути его распространения** от источника до защищаемого объекта.

Наиболее распространенными способами защиты от шума являются методы, основанные на поглощении и отражении звука.

Звукоизоляция – создание герметичной преграды на пути движения воздушного шума и отражение ею части падающих звуковых волн.

При падении звуковой энергии с интенсивностью $J_{\text{пад}}$ на преграду часть этой энергии отражается, часть проникает в преграду и поглощается ею, превращаясь в тепловую энергию, а оставшаяся часть, проходя сквозь преграду, излучается по другую сторону преграды.

Свойства самой преграды и материала, покрывающего эту преграду, определяются следующими показателями:

Коэффициент звукопоглощения α

$$\alpha = \frac{J_{\text{погл}}}{J_{\text{пад}}}, \quad (8.1)$$

где $J_{\text{погл}}$ – поглощенная материалом или преградой звуковая энергия;

$J_{\text{пад}}$ – интенсивность падающей звуковой энергии.

Коэффициент отражения β – отношение отраженной звуковой энергии, определенной интенсивности $J_{\text{отр}}$ к падающей $J_{\text{пад}}$

$$b = \frac{J_{отр}}{J_{пад}} \quad (8.2)$$

Коэффициент звукоизоляции γ – отношение падающей звуковой энергии интенсивности $J_{пад}$ к прошедшей через преграду $J_{пр}$

$$g = \frac{J_{пад}}{J_{пр}} \quad (8.3)$$

Коэффициент прохождения (коэффициент проницаемости) τ – отношение интенсивности прошедшей через преграду звуковой энергии $J_{пр}$ к падающей $J_{пад}$

$$t = \frac{J_{пр}}{J_{пад}} \quad (8.4)$$

Коэффициент рассеяния δ поверхности или материала определяется по формуле

$$d = \frac{J_{пад} - J_{отр} - J_{пр}}{J_{пад}} \quad (8.5)$$

Согласно закону сохранения энергии

$$b + d + t = 1 \quad (8.6)$$

Чем меньше коэффициент прохождения (τ), тем больше ослабление звука преградой, то есть лучше ее звукоизоляционные свойства. Звукоизоляция конструкции R , дБ, оценивается через десятичный логарифм коэффициента звукоизоляции или отношения интенсивностей падающего и прошедшего звука

$$R = 10 \lg g = 10 \lg \frac{1}{t} = 10 \lg \frac{J_{пад}}{J_{пр}} \quad (8.7)$$

Ограждающие конструкции помещений принято подразделять на однослойные, которые колеблются как одно целое, и многослойные, колеблющиеся с различными амплитудами, характерными для каждого слоя.

Однослойные ограждения состоят из одного слоя строительного материала или нескольких слоев разнородных материалов, родственных по физико-техническим свойствам, и жестко связанных по всей поверхности.

Звукоизоляция однослойной перегородки может быть определена по формуле

$$DL = 20 \lg(m * f) - 47,5, \quad (8.8)$$

где m – поверхностная масса перегородки, кг/м². $m = r * h$;

r – плотность материала перегородки, кг/м³;

h – толщина перегородки, м);

f – частота звука, Гц.

Как видно из формулы (4.11), звукоизоляция перегородки тем больше, чем она тяжелее (изготовлена из более плотного материала, толще) и чем выше частота звука.

Перегородки выполняют из бетона, кирпича, дерева и т. п.

Для улучшения звукоизоляции ограждения без увеличения их веса в строительной практике применяют двойные ограждения, соединенные упругими связями. Такие ограждения целесообразно применять тогда, когда частота их собственных колебаний лежит ниже 100 Гц, а стенки имеют различные жесткости при изгибе.

Многослойные ограждения представляют собой конструкции, в которых между слоями твердого материала находятся слои мягкого изолирующего материала или воздушные промежутки. В этих конструкциях жесткая связь между слоями отсутствует.

Звукопоглощение - это уменьшение энергии звуковых волн, отраженных от поверхностей, встречающихся на их пути, за счет превращения звуковой энергии в узких каналах и порах материалов в другие виды энергии, преимущественно тепловую и трения.

Для характеристики звукопоглощающей способности используют коэффициент звукопоглощения, который определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{I_{\text{погл}}}{I_{\text{над}}} \quad (8.9)$$

Материал считается звукопоглощающим, если коэффициент звукопоглощения больше 0,3 на частоте 1000 Гц.

Расчет акустической облицовки помещения производят по эквивалентной площади звукопоглощения в следующем порядке.

1. Определяют эквивалентную площадь звукопоглощения помещения на каждой среднегеометрической октавной полосе частот до акустической обработки помещения

$$A_1 = \sum \alpha_{огр} * F_{огр}, \quad (8.10)$$

где A_1 – эквивалентная площадь звукопоглощения помещения на каждой октавной полосе до акустической обработки, м^2 ;

$F_{огр}$ – площадь поверхности помещения, м^2 ;

$\alpha_{огр}$ – коэффициент звукопоглощения материала i -го ограждения (приложение таблица).

2. Рассчитывают эквивалентную площадь звукопоглощения на каждой октавной полосе после акустической обработки помещения

$$A_2 = \sum \alpha_{облогр} * F_{облогр} + \sum \alpha_{необл} * F_{необл}, \quad (8.11)$$

где A_2 – эквивалентная площадь звукопоглощения помещения на каждой октавной полосе после акустической обработки, м^2 ;

$\alpha_{облогр}$ - коэффициент звукопоглощения облицовки i -го ограждения помещения (приложение таблица);

$F_{облогр}$ - облицованная площадь i – го ограждения помещения, м^2

$F_{необл}$ – необлицованная площадь i – го ограждения помещения, м^2 ;

$\alpha_{необл}$ – коэффициент звукопоглощения необлицованного i -го ограждения помещения (приложение таблица).

3. Находят ожидаемую величину снижения шума в помещении на каждой октавной полосе

$$L = 10 \lg \frac{A_2}{A_1}, \quad (8.12)$$

Пример.

Задача 1. Произвести расчет эффективности звукопоглощающих облицовок помещения производственного назначения с внутренними источниками шума.

Стены помещения – кирпичные, оштукатуренные, с масляной покраской, потолок и полы из бетона. Величиной звукопоглощения дверьми и окнами пренебречь.

Размеры помещения 10,0 * 4,0 * 3,0 м.

Уровни звукового давления на нормируемых частотах в зоне отраженного звука составляют 78, 85, 81, 87, 65, 70, 75, 75 дБ.

Нормируемые величины уровней звукового давления на стандартных среднегеометрических октавных полосах составляют: 99, 92, 86, 83, 80, 78, 76, 74 дБ.

Решение:

Предусматриваем облицовку потолка и части стен (выше 2 м от уровня пола)

Требуемое снижение уровня звукового давления определено по формуле

$$L_{\text{тр}} = L_{\text{факт}} - L_{\text{норм}}, \quad (8.13)$$

где $L_{\text{тр}}$ – требуемое снижение уровня звукового давления, дБ;

$L_{\text{факт}}$ – фактический уровень звукового давления, дБ;

$L_{\text{норм}}$ – нормативный уровень звукового давления, дБ.

Расчет на частоте 1000 Гц

$$L_{\text{тр}} = L_{\text{факт}} - L_{\text{норм}} = 65 - 80 = -15 \text{ дБ}$$

Результаты расчетов на остальных октавных полосах сведены в таблицу 8.2.

Расчет акустической облицовки помещения произведен с использованием эквивалентной площади звукопоглощения.

Эквивалентная площадь звукопоглощения помещения на каждой стандартной среднегеометрической октавной полосе частот до акустической обработки помещения определена по формуле

$$A1 = \Sigma(a_{огр} * F_{огр}), \quad (8.14)$$

где $A1$ – эквивалентная площадь звукопоглощения помещения до акустической обработки, m^2 ;

$F_{огр}$ – площадь поверхностей помещения, m^2 ; Общая площадь стен помещения, выполненных из кирпича, оштукатуренных с масляной покраской, $84,0 m^2$, пола (бетон) – $40 m^2$, потолка (бетон) – $40 m^2$. $F_{огр} = 164,0 m^2$;

$a_{огр}$ – коэффициент звукопоглощения материала i – го ограждения.

Коэффициенты приведены в таблице 6.3.

Расчет на частоте 1000 Гц

$$A1 = 84 * 0,02 + 80 * 0,02 = 3,28$$

Эквивалентная площадь звукопоглощения на каждой октавной полосе после акустической обработки помещения определена по формуле

$$A2 = \Sigma(a_{обл} * F_{обл}) + \Sigma(a_{необл} * F_{необл}), \quad (8.15)$$

где $A2$ – эквивалентная площадь звукопоглощения на каждой октавной полосе после акустической обработки помещения, m^2 ;

$a_{обл}$ – коэффициент звукопоглощения облицовки i – го ограждения помещения. В качестве звукопоглощающего материала выбран прессованный полиэтилен со средними реверберационными коэффициентами звукопоглощения 0,5, 0,5, 0,5, 0,9, 0,9, 0,9, 0,9, 0,9;

$F_{обл}$ – площадь облицовки i – го ограждения помещения, m^2 ; Облицовке подлежит потолок – $40,0 m^2$, стены – $28,0 m^2$;

$a_{необл}$ – коэффициент звукопоглощения материала i – го ограждения помещения;

$F_{необл}$ – необлицованная площадь i – ограждения помещения, m^2 . Необлицованная площадь составляет: пол – $40,0 m^2$, стены – $56,0 m^2$.

Расчет на частоте 1000 Гц

$$A2 = (40,0 + 28,0) 0,9 + (40,0 \cdot 0,02 + 56,0 \cdot 0,02) = 63,12$$

Ожидаемая величина снижения шума в помещении на каждой октавной полосе определена по формуле

$$L = 10 \lg \frac{A2}{A1}, \quad (8.16)$$

где $A2$ – эквивалентная площадь звукопоглощения после облицовки помещения;

$A1$ – эквивалентная площадь звукопоглощения до облицовки помещения.

Расчет на частоте 1000 Гц

$$L = 10 \lg \frac{63,12}{3,28} = 17,8 \text{ дБ}$$

Результаты расчетов на остальных полосах частот приведены в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Результаты расчетов

Величина	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lфакт	78	85	81	87	65	70	75	75
Lнорм	99	92	86	83	80	78	76	74
Lтр	-21	-7	-5	4	-15	-8	-1	1
а бетон а	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04
а кирп. стена	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
$A1 = \Sigma a_{огр} \cdot F_{огр}$ ($F_{\text{стены}} = 84 \text{ м}^2$, $F_{\text{пола и пот}} = 80 \text{ м}^2$)	$0,84 + 0,8 = 1,64$	$0,84 + 0,8 = 1,64$	$0,84 + 1,6 = 2,44$	$1,68 + 1,6 = 3,28$	$1,68 + 1,6 = 3,28$	$1,68 + 3,2 = 4,88$	$1,68 + 3,2 = 4,88$	$1,68 + 3,2 = 4,88$
а обл	0,5	0,5	0,5	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

$A_2 = \Sigma (a_{обл} * F_{обл}) + \Sigma (a_{необл} * F_{необл})$ ($F_{обл} = 68,0 \text{ м}^2$, $F_{необл} = 56,0 \text{ м}^2$) $F_{необл}$ пола $= 40 \text{ м}^2$)								
	30,4+0,56+0,4=31,36							
	30,4+0,56+0,4=31,36							
	30,4+0,56+0,8=31,76							
	61,2+1,12+1,6=63,92							
	61,2+1,12+1,6=63,92							
	61,2+1,12+1,6=63,92							
	61,2+1,12+1,6=63,92							
	61,2+1,12+1,6=63,92							
$L_{сниж} = 10 \lg \frac{A_2}{A_1}$	12,8	12,8	11,1	12,9	12,9	11,1	11,1	11,1
$L_{обр.}$	65,2	72,20	69,9	74,1	52,1	58,9	63,9	63,9

Анализ расчетных данных показывает, что облицовка потолка и части стены позволяет снизить УЗД на всех частотах до значений не превышающих нормативы.

Таблица 8.3 – Средние реверберационные коэффициенты звукопоглощения различных материалов и конструкций **a**

Конструкция	Толщина, мм	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Бетон		0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04
Кирпичная кладка без заделки шва		0,15	0,15	0,19	0,21	0,28	0,38	0,46	0,46
с заделкой шва		0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06
без заделки шва		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,04	0,0

оштукатуренная без заделки шва		0 2	0 2	0 2	0 2	3	4		4
без заделки шва оштукат. без заделки шва с покр. масл. крас.		0, 0 1	0, 0 1	0, 0 1	0, 0 2	0,0 2	0,0 2	0,02	0,0 2
Метлахская плитка		0, 0 1	0, 0 1	0, 0 1	0, 0 2	0,0 2	0,0 2	0,03	0,0 3
Застекленные окна		0, 3 0	0, 3 0	0, 2 0	0, 1 5	0,1 0	0,0 6	0,04	0,0 4
Стеклопластик		0, 0 1	0, 0 1	0, 0 1	0, 0 1	0,0 1	0,0 1	0,01	0,0 2
Плита ПА/О минераловатная	2 0	0, 0 2	0, 0 3	0, 1 7	0, 6 8	0,9 8	0,8 6	0,45	0,2 0
Плита ПА/С минераловатная	2 0	0, 0 2	0, 0 5	0, 2 1	0, 6 6	0,9 1	0,9 5	0,89	0,7 0
Маты из супертонкого стекловолокна	5 0	0, 1 0	0, 4 0	0, 8 5	0, 9 8	1,0 0	0,9 3	0,97	1,0 0
Минераловатная плита ПП–80	6 0	0, 1 0	0, 3 1	0, 7 0	0, 9 5	0,6 9	0,5 9	0,50	0,3 0
Плита "Акмигран" минераловатная	2 0	0, 0 2	0, 1 1	0, 3 0	0, 8 5	0,9 0	0,7 8	0,72	0,5 9
Плита "Силакпор"	4 5	0, 1 0	0, 2 5	0, 4 5	0, 6 0	0,7 0	0,8 0	0,90	0,9 5
"Винипор" эластичный в рулоне	3 5	-	-	0, 0 6	0, 1 2	0,1 9	0,4 5	0,89	0,8 9
"Винипор" полужесткий	1 5 0	0, 1 5	0, 3 3	0, 8 3	1, 0 0	1,0 0	1,0 0	1,00	1,0 0
Супертонкое стекловол. гипс. плита (с перфорацией)	1 0 0	0, 9 0	0, 6 6	1, 0 0	1, 0 0	1,0 0	0,9 6	0,70	0,5 5
Объемный куб, супертонк.	6 0	0, 1	0, 4	0, 7	1, 2	1,1 4	1,0 5	0,82	0,6 7

стекловол.		4	0	5	3				
Супертонкое базальтовое волокно	5 0	0, 1 2	0, 3 4	0, 6 9	0, 8 1	0,8 3	0,8 9	0,85	0,6 4

2.Задания

Задание 1. На расстоянии 200 м от железной дороги планируется строительство жилого дома. Можно ли будет жить в этом доме, если уровень шума, создаваемый движущимся поездом и измеренный на расстоянии 20 м от локомотива, составляет 80 дБА, а звукоизоляция окон строящегося дома не более 20 дБ?

Задание 2 Интенсивность звука с одной стороны перегородки $0,1 \text{ Вт/м}^2$, а с другой - $0,01 \text{ Вт/м}^2$. Найдите звукоизоляцию перегородки.

Задание 3. Интенсивность звука с одной стороны перегородки $0,1 \text{ Вт/м}^2$, а с другой - $0,005 \text{ Вт/м}^2$. Найдите звукоизоляцию перегородки.

Задание 4. Звукоизоляция кожуха на частоте 3 кГц составляет 30 дБ. Найдите эффективность кожуха на частоте 100 Гц.

Задание 5. Звукоизоляция кожуха на частоте 100 Гц составляет 25 дБ. Найдите эффективность кожуха на частоте 3 кГц.

Задание 6. Произвести расчет эффективности звукопоглощающих облицовок помещения производственного назначения с внутренними источниками шума.

Стены помещения – кирпичные, оштукатуренные, с масляной покраской, потолок и полы – из бетона. Величиной звукопоглощения дверьми и окнами пренебречь.

Таблица 6.4 – Варианты исходных данных

Наименование данных	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Размеры помещения, м:										
длина	10	11	12	13	14	15	10	11	12	13
ширина	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8
высота	3,0	3,2	3,4	3,6	3,4	3,2	3,0	3,2	3,4	3,2
Уровни шума источников в дБ для среднегеометрическ их частот октавных полос, Гц:										
31,5	90	95	96	98	100	95	90	85	91	98
63	50	67	60	73	42	62	78	67	66	60
125	55	68	79	50	87	65	85	60	79	67
250	54	62	68	77	56	80	81	61	72	70
500	54	62	85	89	56	90	87	60	74	70
1000	64	85	65	80	85	90	65	70	60	60
2000	70	87	62	62	72	65	70	85	70	62
4000	71	85	74	82	71	89	75	56	70	65
8000	80	80	70	70	80	80	75	70	70	72
Предельный спектр допустимого уровня шума, дБ	99	92	86	83	80	78	76	74	99	92

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4

Тема занятия: «Расчет заземления оборудования»

1. Теоретическая часть

На предприятиях и в организациях на производственные нужды потребляется большое количество электрической энергии.

При эксплуатации и ремонте электрического оборудования возможен контакт человека с токоведущими частями и воздействие электрического тока на организм человека, что может привести к его серьезным поражениям.

Характер воздействия электрического тока на организм человека и тяжесть поражения зависит от многих факторов: величины тока, проходящего через организм человека, рода тока, величины напряжения, частоты тока, пути тока в теле человека, времени действия, сопротивления тела человека, параметров электрической установки и др.

Важнейшим параметром, определяющим степень поражения человека электрическим током, является величина тока, проходящего через его организм.

Для характеристики воздействия электрического тока на организм человека используют три критерия:

пороговый ощутимый ток – его величина для переменного тока равна 0,5 – 1,5 мА, для постоянного – 5 – 7 мА;

пороговый неотпускающий ток – его величина для переменного тока 10 – 15 мА, для постоянного – 50 – 70 мА;

пороговый фибрилляционный ток – его величина для переменного тока 50 – 80 мА, для постоянного – 100 – 300 мА.

Важнейшим параметром, определяющим опасность поражения человека электрическим током, является **длительность воздействия электротока**. С увеличением времени действия электрического тока опасность поражения человека значительно возрастает.

Безопасные величины тока и напряжений в зависимости от времени действия электрического тока, в соответствии с ГОСТ 12.1.038 – 82 ССБТ, приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Время действия, сек.	Длительность	до 30		0,5	0,2	0,1
Величина тока, мА	1	6	0	100	250	500
Величина напряжения, В	6	36	0	100	250	500

Электробезопасность обслуживающего персонала во многом зависит от режима нейтрали сети. В нашей стране используют следующие режимы нейтрали:

1. Глухое заземление нейтрали генераторов и трансформаторов;
2. Полностью изолированная нейтраль у генераторов;
3. Нормально изолированная нейтраль трансформатора, но в нейтраль включен заземленный пробивной предохранитель.

Для защиты от действия электрического тока применяют ряд методов, в том числе защитное заземление.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус или по другим причинам.

Замыкание на корпус – это случайное электрическое соединение токоведущих частей с металлическими нетоковедущими частями электроустановки. Это возможно в результате случайного касания токоведущих частей корпуса машины, падение провода на нетоковедущие металлические части машин и др.

Назначение защитного заземления – устранить опасность поражения человека электротоком в случае прикосновения к корпусу или другим нетоковедущим металлическим частям электроустановки, оказавшимся под напряжением.

Защитное заземление следует отличать от рабочего заземления и заземления молниезащиты.

Рабочее заземление – преднамеренное соединение с землей отдельных точек электрической цепи, например нейтральных точек обмоток генераторов, силовых и измерительных трансформаторов, дугогасящих аппаратов и др. Рабочее заземление предназначено для надежной работы электроустановка в нормальных и аварийных условиях работы.

Заземление молниезащиты – преднамеренное соединение с землей молниеприемников и разрядников с целью отвода от них токов молнии в землю.

Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага.

Напряжение прикосновения – это напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек.

Напряжение шага – это напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек. Это достигается путем уменьшения потенциала заземленного оборудования (за счет уменьшения сопротивления заземления), а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором стоит человек и потенциала заземленного оборудования.

Защитное заземление рекомендуется применять в сетях напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью, в сетях с напряжением выше 1 кВ – с любым режимом нейтрали.

Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя – проводников (электродов), соединенных между собой и находящихся в

непосредственном контакте с землей, и заземляющих проводников, соединяющих заземленные части электроустановки с заземлителем.

В зависимости от места размещения заземлителя относительно заземляемого оборудования различают два типа заземляющих устройств: **выносное и контурное.**

Выносное заземляющее устройство размещается вне площадки, где расположено заземленное оборудование. Поэтому выносное заземляющее устройство называют также **сосредоточенным**. Выносное заземление применяют при малых значениях замыкания тока на землю в установках напряжением до 1 кВ, где потенциал заземлителя не выше допустимого напряжения прикосновения.

При **контурном заземлении** одиночные заземлители располагаются равномерно по периметру площадки, где расположено заземляемое оборудование. Поэтому контурное заземляющее устройство называется также **распределенным**. Внутри защищаемого контура достигается выравнивание потенциалов земли, что определяет минимальное значение напряжения прикосновения и шага.

Допустимое значение сопротивления заземляющих устройств регламентируется Правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

Значения сопротивления заземления:

для электроустановок напряжением до 1 кВ при изолированной нейтрали трансформаторов и генераторов сопротивление защитного заземления не должно превышать 4 Ом;

сопротивление защитного заземления 0,5 Ом в установках напряжением свыше 1000 В и большими токами замыкания на землю (500 А и более);

сопротивление защитного заземления не должно превышать 10,0 Ом при напряжениях менее 1000 В в пожароопасных помещениях.

Заземлители могут быть искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления, и естественные – находящиеся в земле металлические предметы иного назначения.

Для искусственных заземлителей применяют обычно вертикальные и горизонтальные электроды.

В качестве вертикальных электродов часто используются стальные трубы с толщиной стенки не менее 3,5 мм и диаметром 5 – 6 см, трубы диаметром 40–80 мм и длиной до 3 м, угловая сталь с толщиной полок не менее 4 мм длине 2,5 – 3 м. Широко применяется также прутковая сталь диаметром не менее 10 мм, длиной до 10 м.

Для связи вертикальных электродов и в качестве самостоятельного горизонтального электрода применяется полосовая сталь сечением не менее 4 x 12мм и сталь круглого сечения диаметром не менее 6мм.

В качестве естественных заземлителей могут использоваться: проложенные в земле, водопроводные и другие металлические трубы (за исключением трубопроводов горючих жидкостей или взрывоопасных газов), металлические и железобетонные конструкции здания и сооружений, имеющие соединения с землей и др.

Расчет заземляющего устройства сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы. При этом общее сопротивление заземляющего устройства не должно превышать значений, установленных требованиями ПУЭ – 86.

Сопротивление растеканию тока от одиночного вертикального заземлителя, помещенного на глубину t_0 определяют по формуле

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2 * \rho * l} * \left(\ln \frac{2 * l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l}{4t - l} \right) \quad (6.1)$$

где $R_{\text{в}}$ – сопротивление растеканию тока одиночного вертикального заземлителя, Ом;

$\rho_{\text{расч}}$ – расчетное удельное сопротивление грунта, Ом м. (принимается по таблице 6.1 в зависимости от вида грунта с учетом коэффициента

коэффициента сезонности Ψ ; учитывающего возможность повышения сопротивления грунта в течение года. ($\Psi = 1,6$);

l – длина вертикального заземлителя, м;

d – наружный диаметр заземлителя, м;

t – расстояние от середины заземлителя до поверхности грунта, м. $t = t_0 + l/2$;

t_0 – расстояние от поверхности грунта до заглубленного заземлителя, м.

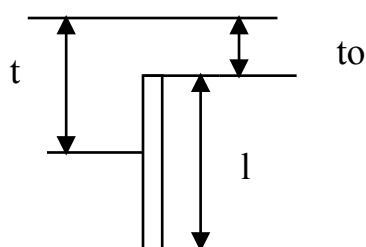


Таблица 6.1

Вид грунта	Удельное сопротивление грунта при влажности 10-20%, Ом м
Торф	40
Глина	70
Каменистая глина	100
Суглинок	150
Чернозем	200
Супесь	400
Песок	900
Известняк, мергель	1400
Скальный грунт	3000

Расчетное сопротивление грунта $\rho_{расч}$, Ом, для однослойной модели земли определяют по формуле

$\rho_{расч} = \rho * \Psi,$	(6.2)

где Ψ – коэффициент сезонности, учитывающий возможность повышения сопротивления грунта в течение года (таблица 6.1).

Упрощенные формулы для расчета:

$$R_{\text{в}} = 0,366 * \frac{r_{\text{расч}}}{l} * \lg \frac{4 * l}{d} \quad (6.3)$$

$$R_{\text{в}} = 0,9 * \frac{r_{\text{расч}}}{l} \quad (6.4)$$

Затем определяют приближенное число вертикальных заземлителей N по формуле

$$N = R_{\text{в}} / R_{\text{доп}}, \quad (6.5)$$

где $R_{\text{доп}}$ – допустимое сопротивление заземляющего устройства, Ом (ПУЭ–86).

Таблица 6.2 – Нормируемые значения величины сопротивления растеканию тока заземляющих устройств (для электроустановок напряжением до 1000 В)

Вид заземления	Напряжение в сети, В		
	220/127	380/220	660/380
	Нормируемое сопротивление, Ом		
Рабочее заземление нулевой точки трансформатора (генератора)	8	4	2
Повторное заземление нулевого провода на вводе в объект	20	10	5
Повторное заземление нулевого провода на воздушной линии	60	30	15

По числу вертикальных заземлителей и расстоянию между ними по графику (рисунок 6.1) определяют коэффициент использования вертикальных заземлителей

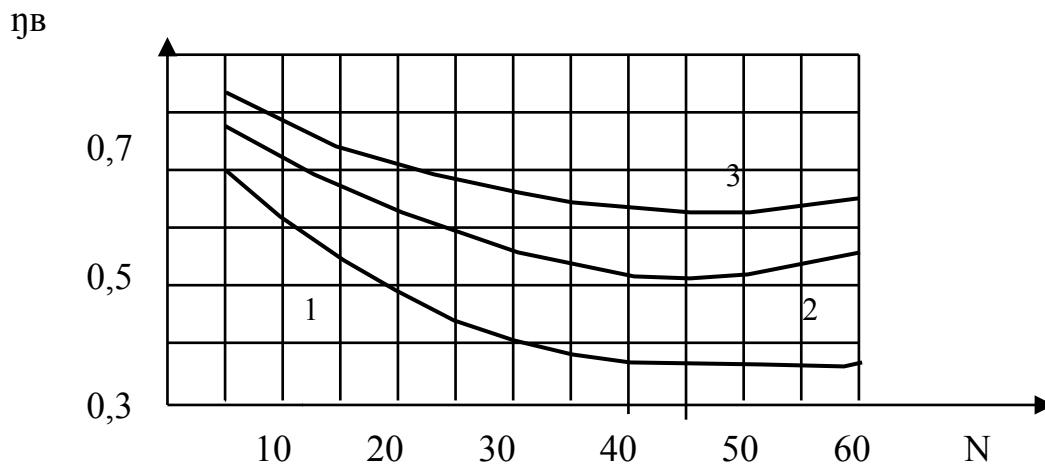


Рисунок 6.1 – График для определения коэффициента использования вертикальных заземлителей η_v (отношение расстояния между заземлителями к их длине (L^1/l): 1 – 1; 2 – 2; 3 – 3.)

Число вертикальных заземлителей с учетом коэффициента использования вертикальных заземлителей находят по формуле

$$N_1 = R_v / (R_{\text{доп}} * \eta_v) \quad (6.6)$$

Сопротивление соединительной полосы определяют по формуле

$$R_n = \frac{r_{\text{расч}}}{2 * \rho * L_n} * \ln \frac{2L_n^2}{B * t_0}, \quad (6.7)$$

где B – ширина полосы, м;

L_n – длина полосы, м

$$L_n = K * (N_1 - 1), \quad (6.8)$$

где K – расстояние между соседними вертикальными заземлителями, м

Упрощенные формулы

$$R_n = 2 \frac{r_{\text{расч}}}{L_n} \quad (6.9)$$

$$R_n = 0,366 \frac{r_{\text{расч}}}{L_n} * \lg \frac{2L_n^2}{B * t_0} \quad (6.10)$$

По графику (рисунок 6.2) находят коэффициент использования соединительной полосы.

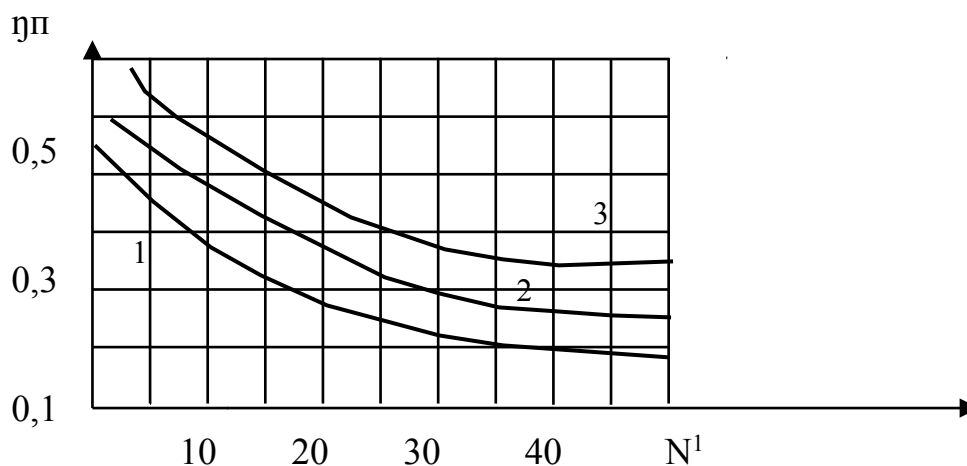


Рисунок 6.2 – График определения коэффициента использования соединительной полосы (отношение расстояния между заземлителями к их длине (L^1/l): 1 – 1; 2 – 2; 3 – 3.)

Вычисляем общее сопротивление заземляющего устройства

$$R_{общ} = \frac{R_в * R_n}{R_в * m + R_n * m * n} \quad (6.11)$$

Правильно рассчитанное заземляющее устройство должно отвечать требованиям $R_{общ} \leq R_{доп}$.

Если данное условие не выполняется, то необходимо увеличить число вертикальных заземлителей.

После расчета количества вертикальных заземлителей и определения общего сопротивления растеканию тока (заземляющего устройства) необходимо выбрать схему заземляющего устройства и показать её на эскизе.

2. Примеры решения задач

Проведем расчет заземления фаршемешалки JB – 150.

В качестве заземлителя используем фундамент здания площадью 60×48 м².

Сопротивление заземления в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.030 – 81 не должно превышать 4 Ом.

Согласно ГОСТ 12.1.030 – 81 сопротивление, Ом, железобетонных

фундаментов растеканию тока определяется по формуле

$$R_{\phi} = \frac{0,5 * r_{\phi}}{\sqrt{S_{\phi}}}$$

где R_{ϕ} – сопротивление фундамента растеканию тока, Ом;

r_{ϕ} – эквивалентное удельное сопротивление земли, Ом * м;

S_{ϕ} – площадь фундамента, м², $S_{\phi} = 2880$ м².

Удельное эквивалентное сопротивление земли определено по формуле

$$r_{\phi} = r_1 * (1 - \exp^{-\frac{a * h}{\sqrt{S}}}) + r_2 * (1 - \exp^{-\frac{b * \sqrt{S}}{h}})$$

где r_{ϕ} – удельное эквивалентное электрическое сопротивление земли, Ом*м;

r_1 – расчетное удельное сопротивление верхнего слоя земли, Ом*м, $r_1 = 900$ (песок)

r_2 – расчетное удельное сопротивление нижнего слоя земли, Ом * м, $r_2 = 70$ (глины)

a, b – безразмерные коэффициенты. Так как $r_1 > r_2$ то $a = 3,6, b = 0,1$
 h – толщина слоя грунта, м (верхний слой земли 0,5 м, нижний слой – 2,0 м)

S – площадь фундамента здания, м²

$$r_{\phi} = 180 * (1 - \exp^{-\frac{3,6 * 0,5}{\sqrt{2880}}}) + 70 * (1 - \exp^{-\frac{0,1 * \sqrt{2880}}{2}}) = 67,66 \text{ Ом}$$

В электроустановках напряжением до 1 кВ сетей с глухозаземленной нейтралью железобетонный фундамент здания в качестве заземлителя допускается использовать, если выполняется соотношение

$$S > S_0,$$

Где S – площадь, ограниченная периметром здания, м² $S = 2880$ м²;

S_o – критический параметр, m^2 (для удельного эквивалентного сопротивления $< 1000 \text{ Ом} \cdot m$ и напряжения до $380,0 \text{ В}$ его величина – $156,0$).

$$R_{\phi} = \frac{0,5 * 67,66}{\sqrt{2880}} = 0,75 \text{ Ом}$$

Сопротивление заземления не превышает 4 Ом . Следовательно, выполняются требования ГОСТ 12.1.030 – 81

При организации заземления, заземляемое оборудование присоединяют к железобетонным конструкциям специальными закладными деталями, которые надежно соединяют с арматурой и металлическими конструкциями. Вся сеть заземления образует непрерывную электрическую сеть по металлу.

Для повышения уровня безопасности естественный заземлитель соединяют с выравнивающими полосами вокруг здания, которые представляют собой вертикальные стержни длиной $3,0 \text{ м}$, соединенные полосой на сварке сечением $5*50 \text{ мм}$. Это позволяет обеспечить выравнивание потенциалов на фундаменте.

3. Задания для работы на занятии

Задание 1. Для контроля заземления предполагается использовать трубы диаметром d , мм, длиной K , м, заглубленные на B , м.

Полоса связи – стальная

Ширина полосы – C , мм

Почва – принять по условию задачи.

Установленная мощность электроустановки – 500 кВт , напряжение питания – 380 В

Питающая сеть – трехфазная четырехпроводная с глухозаземленной нейтралью

Рассчитать количество труб, составляющих контур заземления и общее сопротивление контура.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 6.4

Таблица 6.4 – Варианты исходных заданий

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Первая цифра шифра</i>										
d, мм	55	40	30	50	60	35	45	40	55	65
B, м	1,0	0,7	1,8	2,7	0,9	2,5	1,3	2,0	3,0	1,9
<i>Вторая цифра шифра</i>										
K, м	1,5	2,3	3,0	2,0	4,2	1,8	3,5	2,5	2,8	3,2
C, мм	20	45	30	35	25	40	50	40	45	35
почва	глина		песок		супесь		известняк		чернозем	

Указание. Расстояние между заземлителями принять самостоятельно

Задание 2. Произвести расчет защитного заземления электроустановок напряжением 380 В частотой 50 Гц и мощностью источника питания более 100 кВт. Варианты задачи принять по таблице 6.5

Указания по решению задачи

1. Длину труб заземлителей принять равной 3 м.
2. Недостающие данные принять самостоятельно.
3. Определить:
 - а) удельное сопротивление грунта;
 - б) коэффициент безопасности или климатический коэффициент;
 - в) расчетное удельное сопротивление грунта;
 - г) сопротивление растеканию тока одиночного заземлителя определить

по формуле

$$R_{mp} = 0,366 \frac{r_{расч}}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} \right) + \frac{1}{2} \lg \left(hm + 0,75 \frac{l}{hm} + 0,25l \right), \quad (6.12)$$

где $r_{расч}$ – расчетное значение удельного сопротивления однородного грунта, Ом м;

h_m – глубина забивки, м;

l, d – длина и диаметр заземлителя, см;

Таблица 6.5 – Варианты исходных данных

Наименование данных	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Грунт	Супесь - песок	Суглинок	Чернозем	Песок	Песок	Суглинок	Чернозем	Суглинок	Песок	Чернозем
Климатическая зона	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	I
Влажность грунта	б	в	а	б	в	а	б	в	а	а
Наружный диаметр труб, см	5	6	6	6	5	6	5	6	6	5
Глубина заложения, см	70	80	60	80	70	60	80	60	70	60

Примечание. Влажность грунта влияет на величину измеренного сопротивления растеканию тока и учитывается при определении значений климатического коэффициента: а – грунт влажный; б – грунт средней влажности; в – грунт сухой.

- д) принять допустимое сопротивление заземления;
- е) число труб с определить с учетом коэффициента использования;
- ж) вычислить длину соединяющей полосы;
- з) сопротивление растеканию тока полосового заземлителя по формуле

$$R_n = 0,366 \frac{r_{расч}}{L} * \lg \frac{2L^2}{B * h_m}, \quad (6.13)$$

где B – ширина полосы, см. Принимается равной диаметру заземляющих труб;

- и) определить коэффициент использования полосы;
- к) рассчитать суммарное сопротивление растеканию тока всего заземляющего устройства, сравнить с допустимым по нормам;
- л) вычертить эскиз заземляющего устройства.

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Какие признаки классификации систем вентиляции Вы знаете?
2. Перечислите основные принципы организации вентиляции в помещениях жилых и общественных зданий.
3. Назовите основные принципы, которыми руководствуются при выборе схем подачи - удаления воздуха в помещениях.
4. По какой схеме организуют циркуляцию воздуха в помещениях административных зданий, в производственных помещениях?
5. Какие элементы включает приточная вентиляционная установка?
6. Какие элементы входят в состав вытяжной вентиляционной установки?
7. Что такое кондиционирование?
8. В чем принципиальное отличие неполного кондиционера от системы механической вентиляции?

5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4-е /С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./Под общ. ред. С.В. Белова.- М.: Высшая школа, 2009. – 325 с.
2. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. – М.: Изд-во Минздравсоцразвития, 2009 – 42 с.
3. <http://www.tehdok.ru/> - Интернет-проект Техдок.ру - Форум специалистов по охране труда.
4. <http://novtex.ru/bjd/> - Журнал «Безопасность жизнедеятельности».

5. <http://www.complexdoc.ru/> - База нормативных документов и технических стандартов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5

Тема занятия: «Расчет зануления оборудования»

1. Теоретическая часть

Занулением называется преднамеренное соединение нетоковедущих частей электрооборудования с многократно заземленным нулевым проводником. Применяется в трехфазных четырехпроводных сетях напряжением до 1000 В с глухозаземленной нейтралью источника тока.

Системы зануления используются в трехфазных четырехпроводных сетях с заземленной нейтралью напряжением до 1000 В.

Зануление состоит в преднамеренном соединении металлических нетоковедущих частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением вследствие пробоя изоляции с нулевым защитным проводником. При замыкании любой фазы на корпус образуется контур короткого замыкания, характеризуемый силой тока весьма большой величины, достаточной для «выбивания» предохранителей в фазных питающих проводах. Таким образом, установка обесточивается.

В системе предусматривается повторное заземление нулевого проводника на случай обрыва нулевого провода на участке, близком к нейтрали. По этому заземлению ток стекает на землю, откуда попадает в заземление нейтрали, по нему во все фазные провода, включая имеющий пробитую изоляцию, далее на корпус. Таким образом, образуется контур короткого замыкания.

Основное условие срабатывания защиты

$$I_{кз} \geq K * I_{ном.пл.вст},$$

где $I_{кз}$ – ток короткого замыкания, А;

$I_{ном.пл.вст}$ – номинальный ток плавкого предохранителя или автомата, А;

K – коэффициент кратности тока. Для плавких предохранителей $K = 3$.

Определяем номинальный ток электродвигателей по формуле

$$I_{\text{но.дв}} = \frac{P_{\text{эд}} * 1000}{\sqrt{3} * U_{\text{ф}} * \cos \varphi}$$

где $U_{\text{ф}}$ – фазное напряжение, В;

$P_{\text{эд}}$ – мощность электродвигателя, кВт

$\cos \varphi$ – параметр, учитывающий индуцирование ЭДС в обмотках электромагнитных механизмов при протекании переменного тока, что обуславливает сдвиг по фазе между напряжением и током.

Определяем пусковые токи

$$\frac{I_{\text{пн}}}{I_{\text{но}}} = \text{const}$$

Пусковой ток двигателя $I_{\text{п}} = (4 - 7,0) * I_{\text{н}}$.

Номинальный ток плавкой вставки определяем из соотношения

$$I_{\text{ном.пл.вст}} = I_{\text{пуск.}} / A,$$

где $I_{\text{ном.пл.вст}}$ - номинальный ток плавкой вставки, А;

$I_{\text{пуск}}$ – пусковой ток электродвигателя, А;

A – коэффициент режима работы электродвигателя, $A = 2$.

Выбираем для двигателя плавкую вставку (таблица).

Определяем ожидаемое значение тока короткого замыкания, при котором выполняется условие срабатывания защиты.

$$I_{\text{кз}} \geq K * I_{\text{ном.пл.вст}}$$

Активное сопротивление проводников (фазных, нулевых) из цветных металлов определено по формуле

$$R = \rho * l / S,$$

где ρ – удельное сопротивление проводника, равное для меди 0,018 (Ом * мм²/м);

l - длина проводника, м;

S – сечение проводника, мм².

Значения индуктивных сопротивлений медных проводников сравнительно малы (около 0,0156 Ом/км). Поэтому индуктивным сопротивлением фазного и нулевого защитного провода пренебрегаем.

Определяем полное сопротивление петли фаза – нуль.

$$Z_n = \sqrt{(R_{\phi} + R_{nn})^2 + (X_{\phi} + X_{nz} + X_n)^2}$$

где R_{ϕ} , R_{nz} – активное сопротивление фазного и нулевого защитного проводника, соответственно, Ом;

X_{ϕ} , X_{nz} – индуктивное сопротивление фазного и нулевого защитного проводника, соответственно, Ом;

X_n – внешнее индуктивное сопротивление петли «фаза – нуль», Ом.

$$X_n = X_{п.уд} * L,$$

Где L – длина петли “ фаза – нуль”, км

$$L = l_{\phi} + l_{nz};$$

$X_{п.уд}$ – удельное сопротивление петли “ фаза – нуль”. Для внутренней проводки принимаем 0,3 Ом/км.

Действительные значения (модули) токов однофазного короткого замыкания, проходящих по петле « фаза – нуль» определены по формуле

$$I_{кз} = U_{\phi} / (Z_T/3 + Z_n),$$

где U_{ϕ} – фазное напряжение, В;

Z_T - модуль сопротивления трансформатора, Ом. (таблица).

Проверяем условие надежного срабатывания защиты.

$$I_{кз} \geq K * I_{ном.пл.вст}$$

Таблица - Приближенные значения полных сопротивлений обмоток масляных трансформаторов $Z_{тр}$, Ом, при различных схемах соединения обмоток

Номинальная мощность трансформатора $S_{ном}$, кВА	U _{ном} обмоток ВН, кВ	Схема соединения обмоток	
		Y/YI I	Д/Y11 и Y/Z11,
25	6...10	3,11	0,91
40	6... 10	1,95	0,56
63	6...10	1,24	0,36
63	20...35	1,14	0,41
100	6...10	0,8	0,23
160	6... 10	0,49	0,14
160	20...35	0,48	0,2
250	6...10	0,31	0,09
250	20...35	0,3	0,13
400	6... 10	0,19	0,06
400	20...35	0,19	—
630	6...10	0,13	0,04
630	20...25	0,12	—
1000	6...10	0,08	0,03
1000	20...35	0,08	0,03
1600	6... 10	0,05	0,02
1600	20...35	0,05	0,02

Исходные данные:

Мощность трансформатора

Схема соединения обмоток

Мощность оборудования

Материал нулевого защитного провода

Сечение нулевого защитного провода

Материал фазного проводника

Сечение и длина фазного проводника

2. Пример расчета

Нулевой защитный проводник выполнен из меди, имеет сечение 50 x 4

мм.

Линия 380/220 В с медными проводами 20 х 4 мм питается от трансформатора 630 кВА, 6/0,63 кВт со схемой соединения обмоток звезда – звезда. Двигатели защищены предохранителями с $I_{ном} = 125$ А. Коэффициент кратности тока $K = 3$.

В установлено оборудование мощностью 5,5 кВт*ч.

Длина фазного провода – 25 м.

$$I_{ном.дв} = \frac{5,5 * 1000}{\sqrt{3} * 220 * 0,89} = 16,5 \text{ А}$$

Оборудование 1

$$I_{пуск} = 16,5 * 7,5 = 123,75 \text{ А}$$

Номинальный ток плавкой вставки

$$I_{ном.пл.вст} = I_{пуск} / A = 123,75 / 2 = 61,9 \text{ А}$$

Выбираем для двигателя плавкую вставку НПН 60М с номинальным током 60 А.

Определяем ожидаемое значение тока короткого замыкания, при котором выполняется условие срабатывания защиты.

Для двигателя 1

$$I_{кз} \geq K * I_{ном.пл.вст} = 3 * 60 = 180 \text{ А}$$

По условию, сечение нулевого защитного провода 4 х 20, он выполнен из меди

Активное сопротивление проводника

$$R_{нз1} = \rho * l / S = 0,018 * 25 / 80 = 0,0056 \text{ Ом}$$

Определяем активное сопротивления фазных проводов. Провод выполнен из меди, имеет сечение 75 мм².

$$R_{ф1} = \rho * l / S = 0,018 * 25 / 75 = 0,006 \text{ Ом}$$

Значения индуктивных сопротивлений медных проводников сравнительно малы (около 0,0156 Ом/км). Поэтому индуктивным сопротивлением фазного и нулевого защитного провода пренебрегаем.

Определяем полное сопротивление петли фаза – нуль.

$$L_1 = l_{1ф} + l_{1нз} = 25 + 25 = 50 \text{ м} = 0,05 \text{ км}$$

$$X_{1п} = X_{п.уд} * L_1 = 0,3 * 0,05 = 0,015 \text{ Ом}$$

$$Z_{n1} = \sqrt{(R_{ф1} + R_{nn1})^2 + (X_{ф1} + X_{нз1} + X_{n1})^2} = \\ \sqrt{(0,0056 + 0,006)^2 + (0 + 0,015 + 0)^2} = 0,0116$$

Действительные значения (модули) токов однофазного короткого замыкания, проходящих по петле « фаза – нуль»

$$I_{кзф} = U_{ф} / (Z_T/3 + Z_{1п}) = 380 / (0,056/3 + 0,0116) = 12541,2 \text{ А}$$

Проверяем условие надежного срабатывания защиты.

$$I_{кзф} \geq K * I_{ном.пл.вст}$$

$$12541,2 \text{ А} \geq 3 * 60 \text{ А}$$

Ток короткого замыкания намного превышает номинальный ток плавкой вставки, поэтому принятые параметры системы зануления обеспечивают надежное срабатывание защиты при замыкании фазы на корпус (отключение поврежденной установки от питающей сети в течение 5 – 7 сек).

3. Задания для работы на занятии

Задача. Произвести расчет зануления в электрической сети напряжением 380/220В.

Электропитание осуществляется от силового трехфазного трансформатора.

Электросеть нагружена электродвигателем с короткозамкнутым

ротором.

В качестве защиты применены плавкие предохранители.

Провода, соединяющие электродвигатель с трансформатором – медные.

Исходные данные принять по таблице 11.

Таблица 11 – Варианты исходных данных

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпоследняя цифра шифра										
Мощность трансформатора $P_{тр}$, кВА	100	50	30	20	20	320	180	50	30	100
Мощность электродвигателя $P_{эл}$, кВА	2,5	3,5	1,5	1,0	10,0	8,0	3,5	2,5	5,0	1,5
Последняя цифра шифра										
Длина провода	270	340	510	200	400	600	70	125	470	550

Методические рекомендации по решению задачи.

1. Определить номинальный ток электродвигателя по мощности электродвигателя. Определить пусковой ток электродвигателя [1, 21].
2. С учетом коэффициента режима работы двигателя задаться номинальным током плавкой вставки.
3. Определить ожидаемое значение тока короткого замыкания.
4. Задаться сечением, длиной и материалом нулевого и фазного проводников. Определить активное и индуктивное сопротивление фазного и нулевого проводников [1, 21].
5. Рассчитать сопротивление петли «фаза-нуль» и ток короткого замыкания.
6. Проверить условие срабатывания защиты. Если расчетное значение тока короткого замыкания более чем в три раза превысит номинальный ток плавкой вставки предохранителя, то при замыкании на корпус плавкая вставка перегорит за 5...7 с и отключит поврежденную фазу.

7. По расчетному номинальному току плавкой вставки выбрать предохранитель стандартных параметров.

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Назначение и конструктивное исполнение зануления.
2. Принцип действия зануления.
3. Область применения зануления.
4. Требование, предъявляемое к току короткого замыкания, исходя из надежности отключения.
5. Защитные действия, осуществляемые занулением.
6. Назначение нулевого защитного проводника в схеме зануления.
7. Назначение заземления нейтрали обмоток источника тока в питающей сети.
8. Назначение повторного заземления нулевого защитного проводника.
9. Цель и содержание полного расчета зануления.

5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4-е /С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./Под общ. ред. С.В. Белова.- М.: Высшая школа, 2009. – 325 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6

Тема занятия: «Расчет молниезащиты зданий и сооружений»

1. Теоретическая часть

К мероприятиям по обеспечению пожарной безопасности относится устройство молниезащиты зданий и сооружений.

Молниезащита – комплекс мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, предохранения зданий, сооружений, оборудования, материалов от взрывов, загораний, разрушений возможных при воздействии молнии.

Непосредственное опасное воздействие молнии это пожары, механические повреждения, травмы людей и животных, а также повреждения электрического и электронного оборудования. Последствиями удара молнии могут быть взрывы твердых, жидких и газообразных материалов и веществ и выделение опасных продуктов — радиоактивных и ядовитых химических веществ, а также бактерий и вирусов.

Удары молнии могут быть особо опасны для информационных систем, систем управления, контроля и электроснабжения. Для электронных устройств, установленных в объектах разного назначения, требуется специальная защита.

Расчет молниезащиты выполняется в соответствии с СО 15.334.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций»

В соответствии с этим документом классификация объектов по устройству молниезащиты определяется опасностью удара молнии для самого объекта и его окружения.

Рассматриваемые объекты могут подразделяться на обычные и специальные.

Обычные объекты жилые и административные строения, а также здания и сооружения, высотой не более 60 м, предназначенные для торговли, промышленного производства, сельского хозяйства.

Специальные объекты: объекты, представляющие опасность для непосредственного окружения (объекты, представляющие опасность для социальной и физической окружающей среды (объекты, которые при поражении молнией могут вызвать вредные биологические, химические и радиоактивные выбросы)); прочие объекты, для которых может предусматриваться специальная молниезащита, например, строения высотой более 60 м, игровые площадки, временные сооружения, строящиеся объекты.

В таблице 10.1 приведены примеры разделения объектов на четыре класса.

Таблица 10.1 Примеры классификации объектов

Объект	Тип объекта	Последствия удара молнии
Обычные объекты	Жилой дом	Отказ электроустановок, пожар и повреждение имущества. Обычно небольшое повреждение предметов, расположенных в месте удара молнии или задетых ее каналом
	Ферма	Первоначально — пожар и занос опасного напряжения, затем — потеря электропитания с риском гибели животных из-за отказа электронной системы управления вентиляцией, подачи корма и т.д.
	Театр; школа; универмаг; спортивное сооружение	Отказ электроснабжения (например, освещения), способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий
	Банк; страховая компания; коммерческий офис	Отказ электроснабжения (например, освещения), способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий. Потери средств связи, сбои компьютеров с потерей данных
	Больница; детский сад; дом престарелых	Отказ электроснабжения (например, освещения), способный вызвать панику. Отказ системы пожарной сигнализации, вызывающий задержку противопожарных мероприятий. Потери средств связи, сбои компьютеров с потерей данных. Наличие тяжелобольных и необходимость помощи неподвижным людям

	Промышленные предприятия	Дополнительные последствия, зависящие от условий производства — от незначительных повреждений до больших ущербов из-за потерь продукции
	Музеи и археологические памятники	Невосполнимая потеря культурных ценностей
Специальные объекты с ограниченной опасностью	Средства связи; электростанции; пожароопасные производства	Недопустимое нарушение коммунального обслуживания (телекоммуникаций). Косвенная опасность пожара для соседних объектов
Специальные объекты, представляющие опасность для непосредственного окружения	Нефтеперерабатывающие предприятия; заправочные станции; производства петард и фейерверков	Пожары и взрывы внутри объекта и в непосредственной близости
Специальные объекты, опасные для экологии	Химический завод; атомная электростанция; биохимические фабрики и лаборатории	Пожар и нарушение работы оборудования с вредными последствиями для окружающей среды

При строительстве и реконструкции для каждого класса объектов требуется определить необходимые уровни надежности защиты от прямых ударов молнии (ПУМ). Например, для обычных объектов может быть предложено четыре уровня надежности защиты, указанные в таблице 10.2.

Для специальных объектов минимально допустимый уровень надежности защиты от ПУМ устанавливается в пределах 0,9—0,999 в зависимости от степени его общественной значимости и тяжести ожидаемых последствий от прямого удара молнии. По желанию заказчика в проект может быть заложен уровень надежности, превышающий предельно допустимый.

Таблица 10.2 - Уровни защиты от ПУМ для обычных объектов

Уровень защиты	Надежность защиты от ПУМ
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Плотность ударов молнии в землю, выраженная через число поражений 1 км² земной поверхности за год, определяется по данным метеорологических наблюдений в месте размещения объекта.

Если же плотность ударов молнии в землю N_g неизвестна, ее можно рассчитать по следующей формуле, 1/(км²*год):

$$N_g = 6.7 * T_d / 100 \quad (10.1)$$

где T_d — среднегодовая продолжительность гроз в часах, определенная по региональным картам интенсивности грозовой деятельности.

Укрупненные данные по среднегодовой продолжительности гроз, ч, приведены ниже:

Анадырь, Петропавловск – Камчатский, Мурманск – менее 10;

Архангельск, Астрахань, Баку – от 10 до 20;

Санкт-Петербург, Москва, Калининград – от 20 до 40;

Ростов на –Дону, Кемерово, Тула, Уфа – от 40 до 60;

Краснодар, Курск, Смоленск – от 60 до 80;

Донецк, Сухуми – от 80 до 100;

Майкоп, Ереван – более 100.

Комплекс средств молниезащиты зданий или сооружений включает в себя **устройства защиты от прямых ударов молнии** (внешняя молниезащитная система (МЗС)) и **устройства защиты от вторичных воздействий молнии** (внутренняя МЗС). В частных случаях молниезащита может содержать только внешние или только внутренние устройства. В общем случае часть токов молнии протекает по элементам внутренней молниезащиты.

Внешняя МЗС может быть изолирована от сооружения (отдельно стоящие молниеотводы стержневые или тросовые, а также соседние сооружения, выполняющие функции естественных молниеотводов), или может быть установлена на защищаемом сооружении и даже быть его частью.

Внутренние устройства молниезащиты предназначены для ограничения электромагнитных воздействий тока молнии и предотвращения искрений внутри защищаемого объекта.

Токи молнии, попадающие в молниеприемники, отводятся в заземлитель через систему токоотводов (спусков) и растекаются в земле.

Внешняя МЗС в общем случае состоит из молниеприемников, токоотводов и заземлителей. Их материал и сечения элементов выбирают по таблице 10.3.

Таблица 10.3. Материал и минимальные сечения элементов внешней МЗС

Уровень защиты	Материал	Сечение, мм ²		
		молниеприемника	токоотвода	заземлителя
I—IV	Сталь	50	50	80
I—IV	Алюминий	70	25	Не применяется
I—IV	Медь	35	16	50

Примечание. Указанные значения могут быть увеличены в зависимости от повышенной коррозии или механических воздействий.

Конструктивно молниезащита может быть выполнена в виде **одиного стержневого молниеотвода, двойного стержневого молниеотвода**, тросового молниеотвода и др.

Стандартной зоной защиты **одиного стержневого молниеотвода** высотой h является круговой конус высотой $h_0 < h$, вершина которого совпадает с вертикальной осью молниеотвода (рисунок 10.1). Габариты зоны определяются двумя параметрами: высотой конуса h_0 и радиусом конуса на уровне земли r_0 .

Приведенные ниже расчетные формулы (таблица 10.4) пригодны для молниеотводов высотой до 150 м. При более высоких молниеотводах следует пользоваться специальной методикой расчета.

Для зоны защиты требуемой надежности (рисунок 10.1) радиус горизонтального сечения r_x , на высоте h_x определяется по формуле 2:

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0} \quad (10.2)$$

Таблица 10.4 Расчет зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Надежность защиты P_z	Высота молниеотвода h , м	Высота конуса h_0 , м	Радиус конуса r_0 , м
0,9	От 0 до 100	$0.85h$	$1.2h$
	от 100 до 150	$0.85h$	$[1,210^3(h100)] h$
0,99	от 0 до 30	$0.8h$	$0.8 h$
	от 30 до 100	$0.8h$	$[0.81.43*10^3(h 30)] h$
	от 100 до 150	$[0.810^3(h100)]h$	$0.7h$
0,999	от 0 до 30	$0.7h$	$0.6h$
	от 30 до 100	$[0.77.14*10^3(h30)]h$	$[0.61.43*10^3(h30)]h$
	от 100 до 150	$[0.6510^3(h100)]h$	$[0.52*10^3(h100)]h$

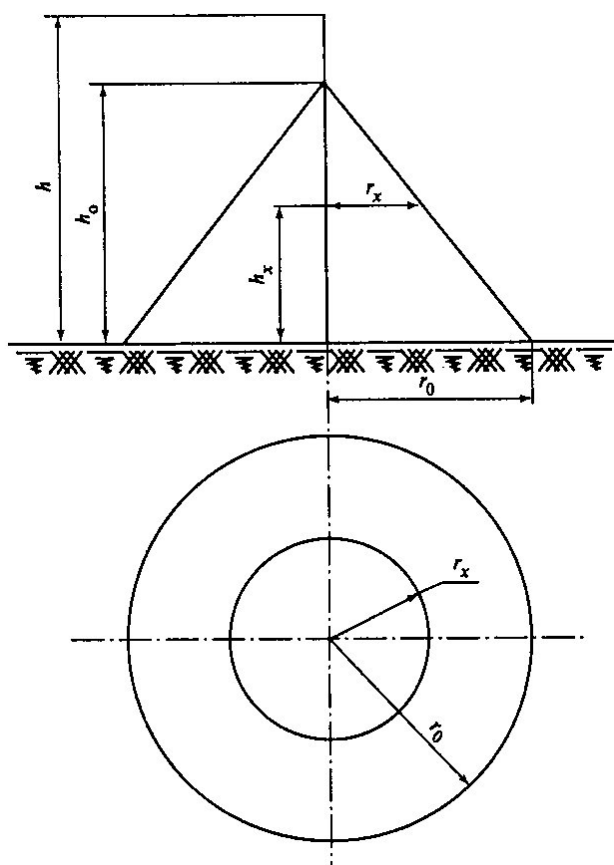


Рисунок 10.1. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

Зоны защиты одиночного тросового молниеотвода

Стандартные зоны защиты одиночного тросового молниеотвода высотой h ограничены симметричными двускатными поверхностями, образующими в вертикальном сечении равнобедренный треугольник с вершиной на высоте $h_0 < h$ и основанием на уровне земли $2r_0$ (рисунок 10.2).

Приведенные ниже расчетные формулы (табл. 10.5) пригодны для молниеотводов высотой до 150 м. При большей высоте следует пользоваться специальным программным обеспечением. Здесь и далее под h понимается минимальная высота троса над уровнем земли (с учетом провеса).

Таблица 10.5 Расчет зоны защиты одиночного тросового молниеотвода

Надежность защиты P_3	Высота молниеотвода h , м	Высота конуса h_0 , м	Радиус конуса r_0 , м
0,9	от 0 до 150	$0.87h$	$1.5h$
0,99	от 0 до 30	$0.8h$	$0.95h$
	от 30 до 100	$0.8h$	$[0.957.14 \cdot 10^4 (h30)]h$
	от 100 до 150	$0.8h$	$[0.910^3 (h100)]h$
0,999	от 0 до 30	$0.75h$	$0.7h$
	от 30 до 100	$[0.754.28 \cdot 10^4 (h30)]h$	$[0,71,43 \cdot 10^3 (h30)]h$
	от 100 до 150	$[0,7210^3 (h100)]h$	$[0,610^3 (h100)]h$

Полуширина r_x зоны защиты требуемой надежности (рисунок 10.2) а высоте h_x от поверхности земли определяется выражением 10.3

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0} \quad (10.3)$$

При необходимости расширить защищаемый объем к торцам зоны защиты собственно тросового молниеотвода могут добавляться зоны защиты несущих опор, которые рассчитываются по формулам одиночных стержневых молниеотводов, представленным в таблице 10.5.

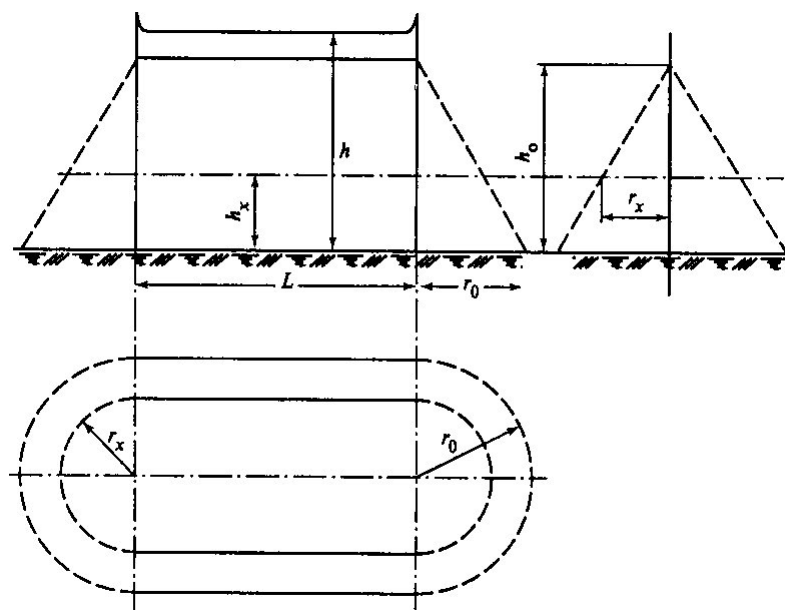


Рисунок 10.2. Зона защиты одиночного тросового молниеотвода
 L — расстояние между точками подвеса тросов

Примеры

Задача 1. Определить плотность ударов молнии в землю для города Ставрополя.

Решение:

Плотность ударов молнии в землю, $1/(\text{км}^2 \cdot \text{год})$, можно рассчитать по формуле 10.1. Среднегодовая продолжительность гроз в часах, определенная по региональным картам интенсивности грозовой деятельности для Ставрополя 60-80.

$$N_g = 6,7 \cdot T_d / 100 = 6,7 \cdot 70 / 100 = 4,7 \text{ } 1/(\text{км}^2 \cdot \text{год})$$

Задача 2. Какой высоты требуется установить молниеотвод, если необходимо с надежностью выше 99% защитить от удара молнии жилое здание, имеющее размеры $10 \cdot 20 \cdot 16$ м.

Решение:

Предусматриваем одиночный стержневой молниеотвод, расположенный на крыше здания. Определим радиус зоны защиты на высоте здания.

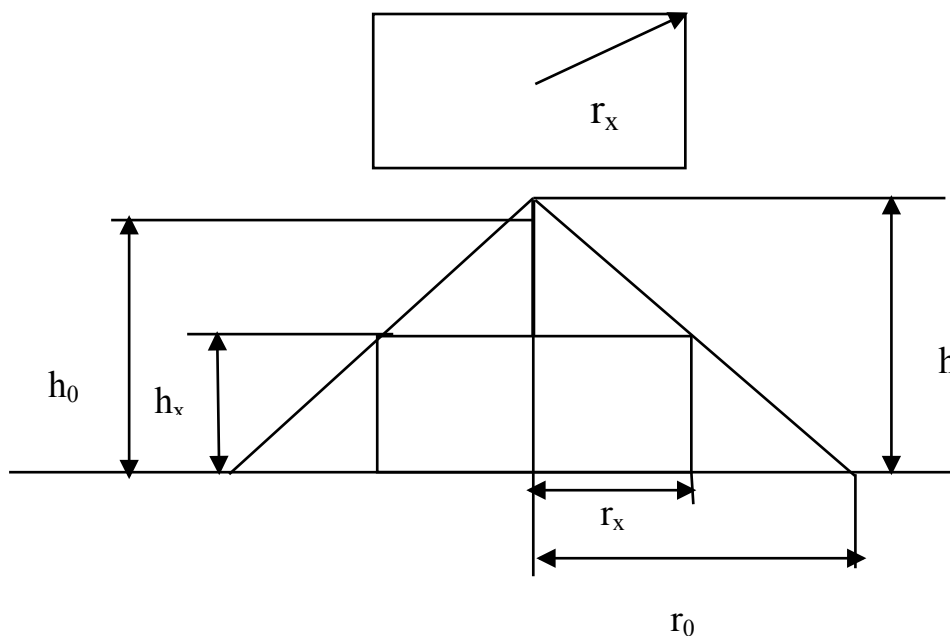


Рисунок 10.3 Расчетная схема

$$r_x = \sqrt{5^2 + 10^2} = 11,2 \text{ м}$$

$$h_x = 16 \text{ м}$$

Из соотношения

$$\frac{h - h_x}{r_x} = \frac{h_x}{r_o - r_x}$$

$$\frac{h - h_x}{r_x} = \frac{h_x}{0,95h - r_x}$$

получим

$$\frac{h - 16}{11,2} = \frac{16}{0,95h - 11,2}$$

$$h = 44,63 \text{ м}$$

$$h_o = 0,8 * h = 35,1 \text{ м}$$

$$r_o = [0.957.14 * 10^4 (h30)] * h = 41.9 \text{ м}$$

2. Задания

Задание 1. Какой высоты требуется установить молниеотвод, если необходимо с надежностью выше 99% защитить от удара молнии подземный склад горюче-смазочных материалов, занимающий прямоугольную площадку

размерами 10х20 м?

Задание 2. Какой высоты требуется установить молниеотвод, если необходимо с надежностью выше 99,9% защитить от удара молнии подземный склад горюче-смазочных материалов, занимающий квадратную площадку размерами 20х20 м?

Задание 3. Рассчитать стержневой молниеотвод для защиты двух наружных бетонных резервуаров диаметром 6 м и высотой 8 м, предназначенных для хранения легковоспламеняющихся жидкостей и расположенных на расстоянии 10 м друг от друга. Место расположения – г. Ставрополь.

Задание 4. Рассчитать стержневой молниеотвод для защиты двух наружных бетонных резервуаров диаметром 5 м и высотой 8 м, предназначенных для хранения легковоспламеняющихся жидкостей и расположенных на расстоянии 12 м друг от друга. Место расположения – г. Ставрополь.

Задание 5. Рассчитать молниезащиту деревообрабатывающего цеха, расположенного в г. Ставрополе, высота здания 23м, длина 64м, ширина 30м. Кровля – плоская.

Задание 6. Рассчитать молниеотвод для защиты трёх наружных бетонных резервуаров, используемых для хранения бензина, высота резервуаров 8 м, расположенных на расстоянии 10 м друг от друга. Место расположения г. Ставрополь.

Задание 7. Рассчитать молниезащиту дымовой трубы высотой 110 м, труба – кирпичная; грунт – глина.

3. Вопросы к практическому занятию

1. Что такое молниезащита?
2. Какое воздействие оказывает молния на объекты?

3. Как классифицируют объекты по устройству молниезащиты?
4. Какие объекты относят к обычным?
5. Какие объекты относят к специальным?

4. Список рекомендуемой литературы

1. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов/С.В.Белов, А.В.Ильницкая, А.Ф.Козьяков и др. Под общ. ред. С.В.Белова. – М.: Высшая школа, 2006. –511с.
2. СО 15.334.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций»
3. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда /П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев и др. – М.: Высшая школа, 2001. –318 с.
4. Безопасность жизнедеятельности: Учебник /Под ред. проф. Э.А.Арустамова. – М.: Издательский Дом «Дашков и К»,2000. – 678 с.
5. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. Л.А. Муравья – М.: ЮНИТИ ДАНА,2002. – 431 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7

Тема занятия: «Идентификация источников, определение количества и состава выбросов в атмосферу. Расчет рассеивания выбросов в атмосфере»

1. Теоретическая часть

Годовой объем и состав выбросов в атмосферу, образуемых при производстве мясных консервов представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Годовой объем и состав выбросов в атмосферу, образуемых при производстве мясных (мясосодержащих) консервов [9]

Наименование загрязняющего вещества	Консервная продукция: консервы мясные кусковые, мясорастительные, паштеты, ветчины, готовые блюда
	По фактическим данным
	Годовая масса загрязняющего вещества, т
Азота диоксид	4,550
Азота диоксид	0,740
Аммиак	0,260
Бензапирен	0,000002
Взвешенные вещества	0,4310
Метилмеркаптан, этилмеркаптан	0,00000022
Сероводород	0,0070
Углерода оксид	8,4060
Спирт этиловый	0,2980
Ацетальдегид	0,1780
Формальдегид	0,0830
Ацетон	5,2800
Кислота уксусная	0,0290
Пропаналь	0,00001
Свинец и его соединения	0,0017
Серная кислота	0,00003
Метилбензол	9,0490
2-Метилпропан-1-ол (изобутиловый спирт)	0,0780
Метанол (метиловый спирт)	0,0390
Этиловый спирт	5,6640
Бутилацетат	1,5010

Монометиламин	0,000004
Капроновая кислота	0,000007

Объем и виды отходов, образующихся при производстве мясных консервов представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Объем и вид побочных отходов, образующихся при производстве мясных консервов [9]

Технология	Источник образования отходов	Наименование отхода	Масса образуемых отходов в референтном году, т
Консервная продукция: консервы мясные кусковые, мясорастительные, паштеты, ветчины, готовые блюда,	Замена отработанных ламп	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые и др. утратившие потребительские свойства	0,135
	Производство консервной банки	Отходы производства прочих готовых металлических изделий	1,1
	Обслуживание автотранспорта	Фильтры очистки масла автотранспортных средств отработанные	0,064
	Обслуживание автотранспорта	Фильтры воздушные автотранспортных средств отработанные	0,001
	Производство консервной, жестяной банки	Отходы упаковочной бумаги незагрязненные	0,031
	Производство консервной, жестяной банки	Отходы упаковочного картона незагрязненные	43,58
	Производство консервной, жестяной банки	Отходы пленки полиэтилена из нее незагрязненные	0,83
	Производство консервной, жестяной банки	Отходы пленки полипропилена из нее незагрязненные	0,22
	Эксплуатация оборудования	Лом и отходы, содержащие незагрязненные черные металлы в виде изделий, кусков, несортированные	60,803
	Производство консервной банки	Лом и отходы стальные в кусковой форме незагрязненные	186,105
	Хозяйственно-бытовая деятельность	Смет с территории предприятия практически неопасный	12,5
	Хозяйственно-бытовая деятельность	Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные	7,904
	Эксплуатация оборудования	Остатки и огарки стальных сварочных электродов	0,013

Направления повышения эффективности использования ресурсов представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Перечень технологических показателей НТД для переработки и консервирования мяса [9]

Продукт	Технология	Технологические показатели НТД		
		Эмиссии	Энергоэффективность	Ресурсосбережение
Мясные и мясосодержащие консервы	Тепловая обработка готовой продукции (стерилизация)	Сокращение эмиссий из-за вторичного использования пара и воды	Снижение расхода энергоресурсов на 10-20% за счет повышения производительности	Снижение расхода воды на 15-30% и пара на 30-40%
Мясные и мясосодержащие консервы, полуфабрикаты всех видов, колбасная и деликатесная продукция	Очистка сточных вод с применением механизированных решеток Шапиро с зазором 6-10 мм; двухступенчатых гидроциклонов; флотации	Удаление жира до 70% Эффективность очистки 80-98%	Расход электроэнергии от 0,60 до 2,2 кВт·ч/м ³ .	Уменьшение образования непищевых отходов в пищевом производстве
Мясные и мясосодержащие консервы, полуфабрикаты всех видов, колбасная и деликатесная продукция	Сокращение выбросов дыма, нежелательных запахов, угарного газа, патогенной микрофлоры, органических газообразных соединений.	Степень очистки от органических загрязнителей до 98%, пародымовой смеси до 90%	Расход энергии от 15,5 кВт/ч	Экономия электроэнергии за счет снижения количества очистных сооружений

2. Примеры решения задач

3. Задания для работы на занятии

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Перечислите основные энергетические характеристики шума.
2. Какие существуют методы нормирования шума?
3. Как влияет шум на организм человека?
4. Каковы гигиенические нормативы шума?
5. Какие существуют основные источники шума на предприятиях пищевой промышленности?
6. Перечислите основные профессиональные заболевания, вызванные действием шума?

5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Регламент 178/2002 Европейского Парламента и Совета от 28 января 2002 года, об установлении общих принципов и требований в продовольственном праве, о создании европейского органа по безопасности пищевых продуктов и об установлении процедуры обеспечения безопасности пищевых продуктов. // <http://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/usefulinf/files/es178-2002.pdf>. 12.06.2018
2. Регламент (ЕС) № 1935/2004 Европейского Парламента и Совета от 27 октября 2004 г. о материалах и изделиях, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами, отменяющий Директивы 80/590/ЕЕС и 89/109/ЕЕС // <http://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/laws/eu/1935-2004.pdf>. 12.06.2018
3. Распоряжение (ЕС) № 852/2004 Европейского парламента и Совета от 29.04.2004 по гигиене продовольственных средств // <http://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/usefulinf/files/es852-2004.pdf>. 12.06.2018
4. European Hygienic Engineering & Design Group Document Number 8 Guideline Title Hygienic equipment design criteria.

https://www.goudsmitmagnets.com/data/uploads/Standards%20and%20Guidelines/ENEDG_DOC_08_English.pdf. 12.06.2018

5. Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // <https://giod.consultant.ru/documents/969477>. 12.06.2018

6. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* - М: Минрегион России, 2011 – 75 с.

7. Перечень зданий и помещений предприятий Минсельхоза России с установлением их категорий по взрывопожарной и пожарной опасности, а также классов взрывоопасных и пожароопасных зон по ПУЭ М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. - 68 с.

8. Санитарные правила для предприятий мясной промышленности (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 27.03.1985 N 3238-85, Минмясомолпромом СССР 05.08.1985) // <http://legalacts.ru/doc/sanitarnye-pravila-dlja-predprijatii-mjasnoi-promyshlennosti-utv>. 12.06.2018

9. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 44-2017 «Производство продуктов питания» . Утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11.12.17 № 2784 // <https://mooml.com>. 12.06.2018

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8

Тема занятия: «Расчет сооружений механической очистки сточных вод»

1. Теоретическая часть

Производственные сточные воды цеха относятся к сильнозагрязненным и подлежат очистке на локальных очистных сооружениях.

До 40 – 80% отводимых производственных стоков приходится на жиросодержащие воды.

Производственные сточные воды, образующиеся при работе цехов малой мощности относятся к категории высококонцентрированных по содержанию органических загрязнений. Их состав: БПК_{полн} до 7000 мгО₂/л, ХПК 8555 мгО₂ /л, общий азот 490 мг/л, жиры 1750 мг/л, взвешенные вещества 2000 мг/л, рН 7,3 ед. рН.

Завод работает в одну смену. Продолжительность смены - 8 часов.

Проектируемое предприятие планируется разместить на территории населенного пункта. Сточные воды его будут сбрасываться в городскую систему канализации.

В соответствии с существующими требованиями, установленными «Правилами приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов» они должны быть подвергнуты локальной очистке на территории предприятия.

На предприятии для этого будет установлена песколовка - жироловка.

Проведем расчет геометрических размеров сооружения.

Жироловка оборудована рассредоточенным впуском и при максимальном притоке обеспечивает время пребывания сточной воды в ней - 30 мин.

В соответствии с нормативами, количество производственных сточных вод, образующихся на единицу перерабатываемого сырья для мясоперерабатывающих заводов мощностью до 30 т/смену - 12 м³/т.

Коэффициент часовой неравномерности водоотведения для предприятия малой мощности – 4.

Количество производственных сточных вод определено по формуле

$$Q = q * M * k,$$

где Q – количество производственных сточных вод, м³/сутки;

q – норма водоотведения, м³/т. q = 12 м³/т;

M – производительность предприятия по сырью, т/см. M = 6,0 т/см;

k – коэффициент часовой неравномерности водоотведения, k = 4 (для малых предприятий)

$$Q = q * M * k = 12 * 6,0 * 4 = 288 \text{ м}^3/\text{см} (36 \text{ м}^3/\text{ч}).$$

Учитываем разбавление сточных вод. Принимаем количество сточных вод 500 м³/см (62,5 м³/ч).

Средний секундный расход на очистную станцию

$$q_{\text{ср}} = Q_{\text{ср.сут}} / (8 * 3600) = 500 / (8 * 3600) = 0,02 \text{ м}^3/\text{с}$$

Принимаем число отделений песколовки - жироловки - 2.

Определим площадь живого сечения каждого отделения

$$S = q_{\text{ср}} / (V * n),$$

где q_{ср} - расход сточных вод, м³/с;

V - средняя скорость движения воды (для аэрируемой жироловки - 0,002 м/с, для горизонтальной аэрируемой песколовки - 0,12 м/с))

n - количество отделений.

Для жироловки

$$S = 0,02 / (0,002 * 2) = 5 \text{ м}^2$$

Для песколовки

$$S = 0,02 / (0,12 * 2) = 0,08 \text{ м}^2$$

Принимаем глубину проточной части песколовки h = 0,25 м.

Принимаем глубину проточной части жироловки h = 0,6 м.

Рассчитаем ширину отделений жироловки

$$B = S / h = 5 / 0,6 = 8,3 \text{ м}$$

Принимаем ширину отделений жироловки- B1 = 8,4 м

Определим наполнение жироловки

$$h_1 = S/B_1 = 5/8,4 = 0,6 \text{ м.}$$

Рассчитаем ширину отделений песколовки

$$B = S / h = 0,02/0,25 = 0,08 \text{ м}$$

Принимаем ширину отделений песколовки - $B_1 = 0,1 \text{ м}$

Определим наполнение песколовки

$$h_1 = S/B_1 = 0.02/0,1 = 0,2 \text{ м.}$$

Определим длину сооружений очистки

$$L = K * h_1 * V / W_o,$$

где K - коэффициент, учитывающий влияние турбулентности (для жироловок - 1,5)

W_o - скорость осаждения (всплытия) примесей, м/с.

Определим скорость всплытия примесей по формуле

$$W_o = \frac{g * D^2}{18 * \mu_{ж}} (\rho_{ч} - \rho_{жс}),$$

где W_o - скорость осаждения (всплытия) твердых частиц, м/с;

D - диаметр частиц, выделяющихся в сооружении (взвешенных - 0,2 мм, жировых - 150 мкм);

g - ускорение свободного падения (9,81 м/с²)

$\rho_{ж}$ - плотность жидкости, кг/м³ (1000 кг/м³)

$\rho_{ч}$ - плотность загрязняющих примесей, кг/м³ (для жира – 700, для взвешенных частиц - 1800)

$\mu_{ж}$ - динамическая вязкость жидкости, Па с ($1,0 * 10^{-3}$).

Скорость осаждения частиц

$$W_o = \frac{9,81 * (0,2 * 0,001)^2}{18 * 0,001} (1800 - 1000) = 0,017$$

Скорость всплытия частиц

$$W_o = \frac{9,81 * (150 * 10^{-6})^2}{18 * 0,001} (700 - 1000) = 0,0037$$

Длина жироловки

$$L = K * h_1 * V / W_o = 1,5 * 0,6 * 0,002 / 0,0037 = 0,48$$

Длина песколовки

$$L = K * h_1 * V / W_o = 2,5 * 0,2 * 0,12 / 0,017 = 3,5 \text{ м}$$

По конструктивным соображениям принимаем сооружения длиной 3,5 м.

Общая площадь сооружений очистки в плане

$$F = n * B_1 * L$$

Площадь жироловок

$$F = n * B_1 * L = 2 * 8,3 * 3,5 = 58,1 \text{ м}^2$$

Площадь песколовок

$$F = n * B_1 * L = 2 * 0,1 * 3,5 = 0,7 \text{ м}^2$$

Необходимы два отделения песколовки-жироловки, работающие попарно-последовательно.

Дырчатые трубы для аэрации установлены в жироловках на высоте 0,45 м, в песколовках – на высоте 0,1 м. Интенсивность аэрации 5 м³/м² ч

Таким образом, для локальной очистки сточной воды необходимы 2 отделения отстойной песколовки-жироловки с размерами 3,5* 7 – жироловки и 3,5*0,3 - песколовки каждое.

Жироловкой извлекаются 60-65% нерастворенных и всплывающих примесей. 20 – 25% жира задерживается вместе с осадком, а 40% - всплывает на поверхность воды. Влажность осадка составляет 96%. Из бункеров жиромасса вакуум – воздушными установками перекачивается в емкости и в дальнейшем направляется на утилизацию. При работе скребкового механизма вместе с жиромассой в бункеры попадает некоторое количество воды. За время нахождения в них смесь расслаивается на жиромассу и воду. Последнюю перед удалением жиромассы сливают в канализацию.

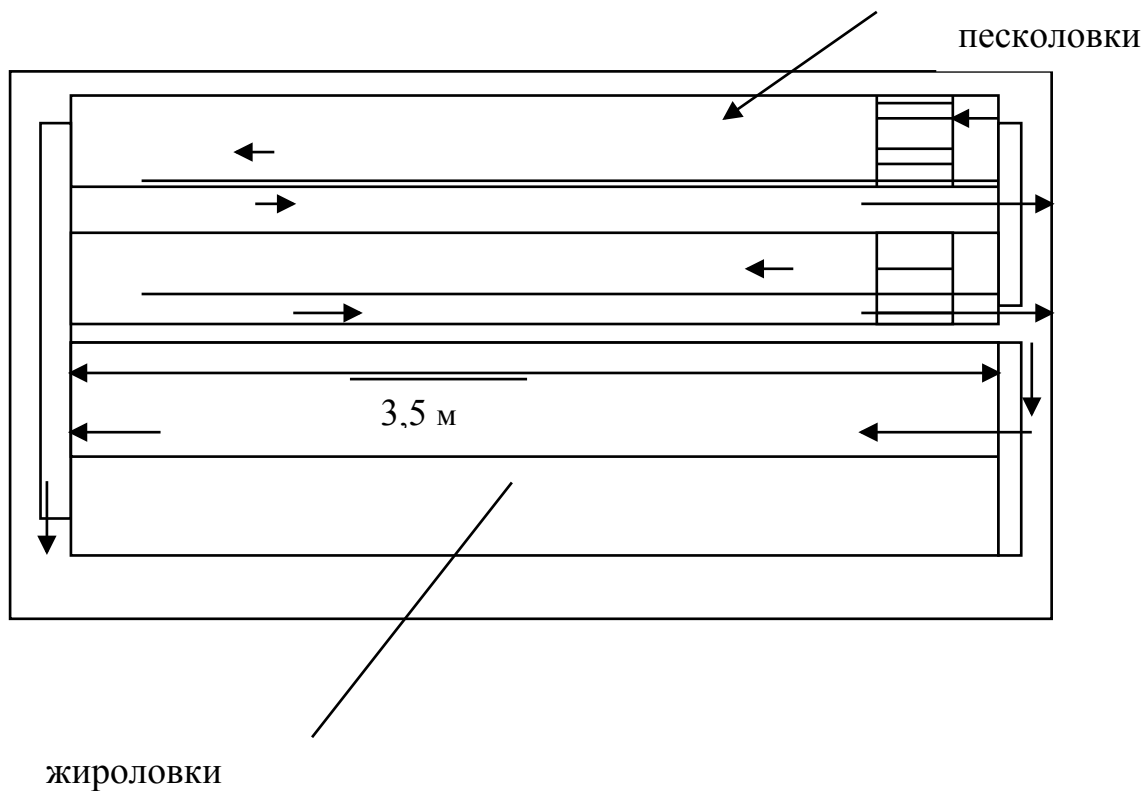


Рисунок 4.2 - Схема отстойной песколовки-жироловки

2. Задания для работы на занятии

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4-е /С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./Под общ. ред. С.В. Белова.- М.: Высшая школа, 2009 – 325 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9

Тема занятия: «Расчет сооружений физико-химической очистки сточных вод»

Сточные воды предприятий мясоперерабатывающей промышленности относятся к категории высококонцентрированных по органическим загрязнениям.

Производственные сточные воды (зажиренные) предприятий мясной промышленности характеризуются высоким содержанием взвешенных веществ (из них до 90% органических), большой концентрацией растворенных веществ, значительным содержанием жиров и азотистых соединений, слабощелочной реакцией, высокой степенью бактериальной обсемененности.

Средний состав сточных вод колбасного завода малой мощности, мг/л: взвешенные вещества – 2000; азот общий – 500; жиры – 1750; ХПК – 8555; БПК – 6500; pH – 7,3.

Проектируемое предприятие планируется разместить на территории населенного пункта. Сточные воды его будут сбрасываться в городскую систему канализации.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) и содержания химических веществ в воде водоемов после смешения со сбрасываемыми стоками не должны превышать нормы, установленные в ГН 2.1.5.1315-03.

В состав станции очистки входит отстойная жироловка и электрофлотатор.

Расход сточных вод составит

$$Q = q \times M \times K \times K_{\text{л}}, \quad (2.3)$$

где Q – количество производственных сточных вод, $\text{м}^3/\text{см}$; q – норма водоотведения, $\text{м}^3/\text{т}$. $q = 12 \text{ м}^3/\text{т}$; M – производительность предприятия по

сырью, т/сутки. $M = 8,1$ т/см; K – коэффициент часовой неравномерности водоотведения ($K = 4,5$); $K_{л}$ – коэффициент сезонной неравномерности водопотребления. $K_{л}=1$.

$$Q = q \times M \times k = 12 \times 8,1 \times 4,5 \times 1 = 437,4 \text{ м}^3/\text{см}$$

В жироловке и с пеной при флотации теряется до 15% количества воды.

С учетом разбавления – $600 \text{ м}^3/\text{см}$.

Предприятие работает в одну смену.

Часовой расход сточных вод

$$600/8 = 75 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Степень очистки по взвешенным веществам составит 90 – 97%, по БПК_{полн} – 65 – 70%.

В разделе проведен расчет электрофлотатора с коагулятором.

Электрофлотокоагуляция – частный случай электрофлотации. Она заключается в пропускании через сточную воду постоянного электрического тока. В качестве электродов в проекте предусмотрено использовать растворимые алюминийсодержащие электроды.

Под действием электрического тока ионы металла подвергаются гидролизу с образованием гидроокиси. Хлопья гидроокиси сорбируют частицы загрязнений, в том числе коллоидные. Схема электрофлотокоагулятора приведена на рисунке 2.1 .

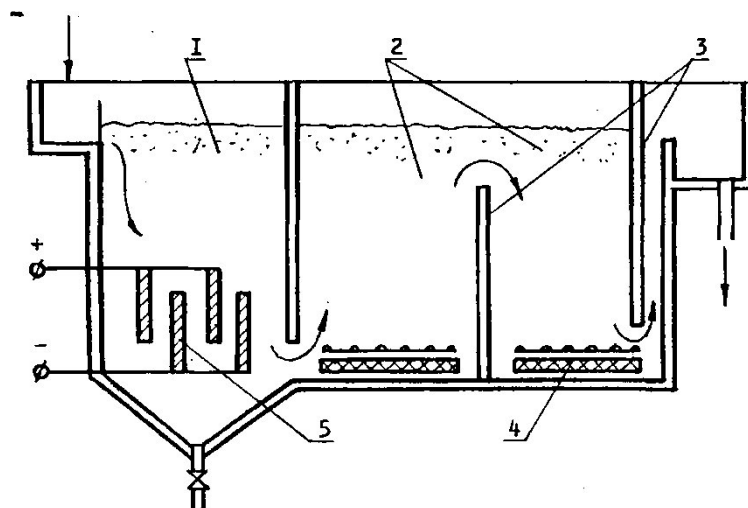


Рисунок 2.1 – Схема электрокоагулятора с двухсекционной камерой электрофлотации: 1 – камера электрокоагуляции; 2 – камеры электрофлотации; 3 – перегородки; 4 – блоки нерастворимых электродов; 5 – блок растворимых

Сточные воды после предварительной механической очистки поступают в установку электрофлотокоагуляции, представляющую собой трехкамерный резервуар. Первая камера – электрофлотатор с вертикально расположенными графитовыми анодами и стальными катодами. Вторая камера – электрокоагулятор, в котором смонтированы растворимые электроды из вертикально поставленных дюралюминиевых пластин (Д – 16 А). Третья камера – камера вторичной флотации, с горизонтально расположенными электродами (графит – катод, сетка из нержавеющей стали – анод). Общая продолжительность пребывания воды в установке – 15 мин.

В электрофлотаторе расположены электроды. Их количество определено по формуле:

$$N_{\text{э}} = (A - 2a + c) / (b + c), \quad (2.8)$$

где A – ширина электрокоагуляционной камеры, м. $A = 3$ м; a – величина зазора между крайними пластинами и стенками камеры, $a = 100$ мм; c – величина зазора между пластинами, мм $c = 20$ мм; b – толщина пластин, мм $b = 10$ мм.

$$N_{\text{э}} = (3000 - 2 \times 100 + 20) / (10 + 20) = 94.$$

Необходимая площадь пластин электродов $F_{\text{э}}$, м², определена по формуле:

$$F_{\text{э}} = Fa_{\text{э}} / (N_{\text{э}} - 1),$$

где $Fa_{\text{э}}$ – активная поверхность электродов, м²;

$$Fa_{\text{э}} = E \times Q / i ,$$

где E – удельное количество электричества, $A \times c/m^2$; Q – расчетный расход сточных вод на каждую камеру, $m^3/ч$; i – плотность тока на электродах, A/m^2).

$$F_{\text{э}} = 270 \times 75 / (200 \times (94 - 1)) = 1,08 \text{ м}^2$$

Назначаем высоту пластин $H_{\text{э}} = 1 \text{ м}$.

Определяем длину пластин $L_{\text{э}}$, м

$$L_{\text{э}} = F_{\text{э}} / H_{\text{э}} = 1,08 / 1 = 1,08 \text{ м}.$$

Длина электродной камеры $L_{\text{э.к.}}$, м

$$L_{\text{э.к.}} = L_{\text{э}} + 2a = 1,08 + 2 \times 0,1 = 1,28 \text{ м}.$$

Объем электродной камеры $V_{\text{э.к.}}$, m^3

$$V_{\text{э.к.}} = A \times H_{\text{э.к.}} \times L_{\text{э.к.}} = 3 \times (1,0 + 0,4 + 0,4) \times 1,28 = 6,9 \text{ м}^3.$$

Объем флотационной камеры $V_{\text{ф}}$, m^3 :

$$V_{\text{ф}} = Q \times t_{\text{ф}},$$

где $t_{\text{ф}}$ – продолжительность флотации. Принимаем равной 0,25 ч.

$$V_{\text{ф}} = 75 \times 0,25 = 18,75 \text{ м}^3$$

Длина флотационной камеры:

$$L_{\text{ф}} = V_{\text{ф}} / (A \times H_{\text{э.к.}}) = 18,75 / (3 \times 1,8) = 3,47 \text{ м}.$$

Объем третьей камеры – вторичной электрофлотации принимаем равным $18,75 \text{ м}^3$.

Общий объем электрофлотационной установки V , m^3 :

$$V = 18,75 + 18,75 + 18,75 = 56,25 \text{ м}^3.$$

Таким образом, необходим электрофлотокоагулятор объемом $56,25 \text{ м}^3$.

Сточные воды мясоперерабатывающих предприятий представляют собой эмульсии, характеризующиеся высокой агрегативной и седиментационной устойчивостью и высоким содержанием азотистых веществ.

Производственные сточные воды мясоперерабатывающих предприятий делят на четыре вида: зажиренные ; незажиренные; бытовые; условно – чистые.

Производственные сточные воды (зажиренные) предприятий мясной промышленности характеризуются высоким содержанием взвешенных веществ (из них до 90% органических), большой концентрацией растворенных веществ, значительным содержанием жиров и азотистых соединений, слабощелочной реакцией, высокой степенью бактериальной обсемененности.

Состав сточных вод приведен в таблице 2.2.

В состав станции очистки входит отстойная жироловка и флотатор. Для доочистки используем аэротенк без отдельной регенерации

Расход сточных вод составит

$$Q = q * M * k, \quad (2.3)$$

где Q – количество производственных сточных вод, $\text{м}^3/\text{сутки}$;

q – норма водоотведения, $\text{м}^3/\text{т}$. $q = 12 \text{ м}^3/\text{т}$;

M – производительность предприятия по сырью, $\text{т}/\text{сутки}$. $M = 9,0 \text{ т}/\text{см}$

k – коэффициент часовой неравномерности водоотведения, $k = 4,5$.

$$Q = q * M * k = 12 * 9,0 * 4,5 = 311,04 \text{ м}^3/\text{см}$$

С учетом разбавления – $600 \text{ м}^3/\text{см}$.

Предприятие работает в одну смену.

В жироловке и с пеной при флотации теряется до 15% количества воды.

Поэтому расход сточных вод на аэротенк составит $510 \text{ м}^3/\text{см}$.

Изменение состава сточных вод после различных способов очистки приведено в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Состав сточных вод

Показатели качества	Исходная концентрация, мг/л	После жироловки, мг/л	Степень снижения загрязнения, %	После флотатора, мг/л	Степень снижения загрязнения, %	Нормативные требования (для крупных городов), мг/л
Взв. в-ва	1500-2000	225-300	85	60-75	75	500
БПКполн	1500-2700	500-800	70	250-400	50	500-800
ХПК	2500-3000	750-900	70	400-500	50	800-1000
Жиры	600-800	60-80	90	18-24	70	20-25

Исходные данные:

БПК сточной воды – 400 мгО₂/л,

Режим работы аэротенка - полная очистка (БПК очищенной воды 15 мгО₂/л). Расчет проводим в соответствии с СНиП 2.04.03-85.

Среднемесячная температура сточных вод за летний период - 20 °С.

Определим расчетный расход сточных вод

$$q = Q / T,$$

где q - расчетный расход сточных вод, м³/час;

Q - среднесуточный расход сточных вод, м³/сут;

T - число часов работы предприятия в сутки, час. (работа односменная)

$$q = 510 / 8 = 64 \text{ м}^3/\text{час}$$

Расчет средней дозы ила в системе аэротенк – регенератор

При степени рециркуляции активного ила 0,5

$$a_{cp} = a_p * 0,5 + a_a * 0,5,$$

где a_p – доза ила в регенераторе, г/л (a_p = 5);

a_a – доза ила в аэротенке, г/л ($a_a = 4,5$).

$$a_{cp} = 5 * 0,5 + 4,5 * 0,5 = 4,75 \text{ г/л}$$

Продолжительность аэрации

$$T_o = \frac{La - Lt}{R * a_{cp} * (1 - S) * r}, \quad (2.4)$$

где La – БПК полн. поступающей в аэротенк сточной воды, $\text{мгO}_2/\text{л}$;

Lt – БПКполн. очищенных сточных вод (для полной очистки - $15 \text{ мгO}_2/\text{л}$);

R – степень рециркуляции активного ила ($0,5$);

a_{cp} – средняя концентрация ила в аэротенке и регенераторе, г/л;

S – зольность активного ила ($S = 0,3$);

r – удельная скорость окисления, $\text{мг БПКполн на 1 г беззольного вещества активного ила в час}$ (для стока мясокомбинатов принимаем равным в соответствии с СН 124-72 - $17,0 \text{ мг}/(\text{г} * \text{ч})$ при 15°C

$$T_o = \frac{400 - 15}{0,5 * 4,75 * (1 - 0,3) * 17,0} = 13,6 \text{ часа}$$

Фактическая продолжительность окисления T_{fo} зависит от температуры. На этот фактор введем поправку.

Расчет проводим по формуле

$$T_{fo} = T_o * (15/T_{cp}),$$

где T_o – продолжительность аэрации при температуре 15°C ;

T_{cp} – среднегодовая температура сточных вод, $^\circ\text{C}$.

$$T_{fo} = 13,6 * (15/20) = 10,2 \text{ часа}$$

Продолжительность аэрации

$$T_a = \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} * \lg \frac{L_o}{L_t} \quad (2.5)$$

Фактическая продолжительности аэрации, ч

$$T_{фа} = T_a * (15/T_{cp}) = 1,69 * (15/20) = 1,26 \text{ часа}$$

$$Ta = \frac{2,5}{\sqrt{4,5}} * \lg \frac{400}{15} = 1,69$$

Продолжительности регенерации, ч

$$Tr = T_{fo} - T_{fa} = 10,2 - 1,26 = 8,93 \text{ часа}$$

Вместимость собственно аэротенка, м³

$$Va = T_{fa} * (1+R) * q = 1,26 (1+0,5) * 64 = 121 \text{ м}^3$$

Вместимость регенераторов, м³

$$Vp = Tr * R * q = 8,93 * 0,5 * 64 = 285,8$$

Вместимость аэротенков, м³

$$W = Va + Vp = 121 + 285,8 = 406,8 \text{ м}^3$$

Для очистки выбираем аэротенк - смеситель типовой конструкции 902-2-215/216 с шириной коридора 2 м , рабочей глубиной 4,5 м, числом коридоров - 2, рабочим объемом секции - 216 м³, длиной секции - 12 м.
Нагрузка по БПК на 1 г беззольного вещества ила в сутки, мг/(г * сут)

$$qu = \frac{24 * (La - Lt)}{a * (1 - S) * T\phi}$$

$$qu = \frac{24 * (400 - 15)}{4,75 * (1 - 0,3) * 10,2} = 272,4$$

Активный ил сохраняет нормальную активность при нагрузке по БПК 200-500 мг/г*сут

Нагрузка на единицу объема аэротенка по БПКполн

$$Hv = 24 * Lo / V_{общ},$$

где V_{общ} – общий объем одновременно работающих аэротенков, м³

$$Hv = 24 * 400 / 216 = 44,4$$

Окислительная мощность аэротенка (г/(м³ * сут))

$$OM = (Lo - Lt) * 24 / T_{fo} = (400 - 15) * 24 / 10,2 = 905,8$$

Оптимальные величины этого параметра 500-600 г/(м³ * сут)

Прирост активного ила

$$Pr = 0,8 * V_{зв.в} + 0,3 \text{ БПК} = 0,8 * 75 + 0,3 * 400 = 180$$

Таким образом, для очистки сточных вод необходим аэротенк - смеситель типовой конструкции 902-2-215/216.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности предприятий пищевых
отраслей»
для студентов направления 19.03.03 Биотехнологии и технологии

Ставрополь
2026

Методические указания по выполнению лабораторных работ составлены для студентов направления подготовки 19.03.03 Биотехнологии по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности предприятий пищевых отраслей».

В них изложены основные теоретические аспекты, необходимые для выполнения всех работ по курсу, оборудование и материалы, указания по технике безопасности, указания по порядку выполнения работы, содержание отчета, контрольные вопросы, список литературы и источников.

Составитель: Е. Р. Абдулина, к. т. н., доцент.

<u>Лабораторная работа 1</u>	118
<u>Тема: «Исследование микроклиматических параметров воздуха рабочей зоны в помещении»</u>	118
<u>Лабораторная работа 2</u>	120
<u>Тема: «Исследование способов защиты от теплового излучения»</u>	120
<u>Лабораторная работа 3</u>	134
<u>Тема: «Измерение концентрации в воздухе вредных веществ газоанализатором УГ-2</u>	134
<u>Лабораторная работа 4</u>	143
<u>Тема: «Исследование параметров естественного освещения в помещении»</u>	143
<u>Лабораторная работа 5</u>	168
<u>Тема: «Исследование параметров искусственного освещения»</u>	168
<u>Лабораторная работа 6</u>	176
<u>Тема: «Исследование эффективности методов и средств защиты от шума на производстве и в жилых зонах»</u>	176
<u>Лабораторная работа 7</u>	184
<u>Тема: «Исследование эффективности применения звукопоглощающих облицовок»</u>	184
<u>Лабораторная работа 8</u>	195
<u>Тема: «Исследование вибрации»</u>	195
<u>Лабораторная работа 9</u>	207
<u>Тема: «Определение уровня электромагнитного, электрического, магнитного и электростатического поля источника излучения»</u>	207
<u>Лабораторная работа 10</u>	217
<u>Тема: «Исследование эффективности средств обеспечения электробезопасности»</u>	217
<u>Лабораторная работа 11</u>	220

<u>Тема: «Изучение приборов для измерения ионизирующих излучений »</u>	220
Лабораторная работа 12	223
<u>Тема: «Исследование ультрафиолетового излучения и способности различных материалов задерживать и поглощать его »</u>	223
Лабораторная работа 13	225
<u>Тема: «Исследование явлений при стекании тока в землю »</u>	225
Лабораторная работа 14	227
<u>Тема: «Исследование лазерного излучения и способности различных материалов задерживать и поглощать его »</u>	227
Лабораторная работа 15	230
<u>Тема: «Исследование и оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы »</u>	230
Лабораторная работа 16	233
<u>Тема: «Исследование и оценка эффективности сооружений биологической очистки сточных вод»</u>	233
Лабораторная работа 17	236
<u>Тема: «Изучение принципов работы охранно-пожарной сигнализации »</u>	236
Лабораторная работа 18	239
<u>Тема: «Изучение этапов эвакуации при природных катаклизмах и чрезвычайных ситуациях техногенного характера»</u>	239

Лабораторная работа 1

Тема: «Исследование микроклиматических параметров воздуха рабочей зоны в помещении»

1. Цель работы: формирование компетентности для оценки параметров

2. Теоретическая часть

Микроклимат – совокупность метеорологических условий на определенной территории, созданных искусственно или обусловленных естественными особенностями местности.

Пример искусственно созданного микроклимата – микроклимат на рабочих местах производственных помещений.

К параметрам микроклимата относят:

температуру воздуха, $t, ^\circ\text{C}$;

относительную влажность воздуха, $\varphi, \%$;

скорость движения воздуха на рабочем месте, $V, \text{м/с}$;

барометрическое давление, $P, \text{мм рт.ст, Па}$;

интенсивность теплового излучения, $E, \text{Вт/м}^2$ и др.

Параметры микроклимата нормируют на постоянных и непостоянных рабочих местах в рабочей зоне производственных помещений.

В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», «Санитарными нормами микроклимата производственных помещений» № 4088-86, СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» установлены **оптимальные и допустимые** метеорологические условия для рабочей зоны помещения.

При их выборе учтены:

Период года. Выделяют два периода: холодный и теплый.

Категория тяжести работы.

Различают:

Легкие работы (категории I) – работы, выполняемые сидя или стоя, не требующие систематического физического напряжения (работа контролеров, в процессах точного приборостроения, конторские работы и др.), с затратой энергии до 172 Вт (150 ккал/ч).

Легкие работы подразделяют на **категорию Ia** (затраты энергии до 139 Вт (120 ккал/ч)) и **категорию Ib** (затраты энергии 140...172 Вт (121–150 ккал/ч)).

Работы средней тяжести(категория II) – работы с затратами энергии 172...232 Вт (151-200 ккал/ч) (**категория IIa**) и 232...293 Вт (201-250 ккал/ч) (**категория IIб**).

В категорию IIa входят работы, связанные с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей, в категорию IIб – работы, связанные с ходьбой и переносом небольших (до 10 кг) тяжестей (в механосборочных цехах, текстильном производстве, при обработке древесины и др.);

Тяжелые работы(категория III) – работы с затратой энергии более 293 Вт (250 ккал/ч). Эта категория работ связана с систематическим физическим напряжением, в частности спостоянным передвижением, с переносом значительных (более 10 кг) тяжестей (в кузнечных, литейных цехах с ручными процессами и др.).

Энергозатраты для работ различной категории тяжести приведены в таблице 1.1.

Отнесение производственных помещений к той или иной категории работ производят по категории работ, выполняемых 50 % и более работающих в данном помещении.

Таблица 1.1 – Энергозатраты для работ различной категории тяжести

Категория работ	Энергозатраты	
	ккал/ч	Вт
Легкие Ia	до 120	до 139

Легкие Iб	121–150	140–171
Средние IIа	151–200	175–232
Средние IIб	201–250	233–290
Тяжелые III	>250	>290

Нагревающий микроклимат – сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место нарушение теплообмена человека с окружающей природной средой, выражающееся в накоплении тепла в организме выше верхней границы оптимальной величины (более 0,8 кДж/кг) и появлении общих или локальных дискомфортных теплоощущений.

Охлаждающий микроклимат – сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место изменение теплообмена организма, приводящее к образованию общего или локального дефицита тепла в организме.

Характеристика помещений по избыткам явной теплоты

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать:

35 Вт/м²– при облучении 50 % поверхности тела человека и более;

70 Вт/м²–при облучении 25...50 % поверхности тела;

100 Вт/м²– при облучении не более 25 % поверхности тела.

Понятия **оптимальные и допустимые микроклиматические условия** в рабочей зоне производственного помещения установлены ГОСТ 12.1.005–88.

Одной из наиболее адекватных, хотя и сравнительно сложных, методик гигиенической оценки микроклимата является **непосредственный расчет прямого показателя тепловой нагрузки на организм по основному уравнению теплового баланса.**

В этом уравнении учтены главные факторы, оказывающие влияние на изменение содержание тепла в организме человека. Оно имеет вид

$$\pm Q = M \pm C \pm R \pm T - E, \quad (1.1)$$

где Q – тепловая нагрузка на организм (накопление или дефицит тепла);

M – теплопродукция организма (метаболическое тепло, составляющее 67-75% от энергозатрат);

C – конвекционный обмен организма и окружающего воздуха;

R – тепловой поток излучением;

T - тепловой поток теплопередачей;

E – отдача тепла организма испарением воды с поверхности тела и дыхательных путей.

В данной формуле величины R и C могут быть отрицательными, если теплоотдача происходит путем радиации и конвекции, или положительными, если в результате теплообмена организм получает тепло этими путями, что определяется различием между температурой кожи и температурой окружающих поверхностей (для R) или температурой кожи и температурой воздуха (для C).

В соответствии с Методикой проведения специальной оценки условий труда [5], отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии параметров микроклимата осуществляется с учетом используемого на рабочем месте технологического оборудования, являющегося искусственным источником тепла и (или) холода, и на основе измерений температуры воздуха, влажности воздуха, скорости движения воздуха и (или) теплового излучения в производственных помещениях на всех местах пребывания работника в течение рабочего дня (смены) с учетом характеристики микроклимата (нагревающий, охлаждающий) путем сопоставления фактических значений параметров микроклимата со значениями установленных параметров микроклимата.

Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии параметров микроклимата осуществляется в следующем образом:

на первом этапе класс (подкласс) условий труда определяется по температуре воздуха;

на втором этапе класс (подкласс) условий труда корректируется в зависимости от влажности воздуха, скорости движения воздуха и (или) теплового излучения (экспозиционной дозы теплового излучения).

Экспозиционная доза теплового облучения (ДЭО) – расчетная величина, вычисленная по формуле

$$ДЭО = I_{mo} * S * t, \quad (1.2)$$

где I_{mo} – интенсивность теплового облучения, Вт/м²;

S – облучаемая площадь поверхности тела, м²;

t – продолжительность облучения за рабочую смену, ч.

При определении облучаемой поверхности тела необходимо производить ее расчет с учетом доли (%) каждого участка тела: голова и шея – 9, грудь и живот – 16, спина – 18, руки – 18, ноги – 39. Общая площадь тела в среднем человека составляет 1,8 м².

При этом количество измерений параметров микроклимата на каждом рабочем месте устанавливается в зависимости от особенностей технологического процесса. В случае наличия у работника одного рабочего места достаточным является их однократное измерение.

В соответствии с Р 2.2.2006-05 «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» для оценки нагревающего микроклимата в помещении независимо от периода года используется интегральный показатель – **тепловая нагрузка среды (ТНС - индекс)**.

ТНС– индекс рассчитывают по уравнению

$$TNC = 0,7 * T_{вл} + 0,3 * T_{ш}, \quad (1.3)$$

где $T_{вл}$ – температура мокрого термометра аспирационного психрометра, °С;

$T_{ш}$ – температура шарового термометра, °С.

TNC – индекс – эмпирический интегральный показатель (выраженный в °С), отражающий сочетанное влияние температуры воздуха, скорости его движения, влажности и теплового облучения на теплообмен человека с окружающей средой.

Расчетные и инструментальные способы определения параметров микроклимата

Параметры микроклимата измеряют на высоте **1,0 м** от пола или рабочей площадки при работах, выполняемых сидя, и на высоте **1,5 м** при работах, выполняемых стоя. Количество выполняемых измерений в производственных условиях: для площади помещения до 100 м² – 4, от 101 до 400 м² – 8 .

Температура

Это физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия системы (воздуха, жидкости, твердого тела, поверхности). Часто температуру измеряют по шкале Цельсия t (°C), она связана с температурой по шкале Кельвина равенством $t = T - 273,15$ К.

Существуют также шкалы Фаренгейта, Реомюра, Ранкина.

Ртутные термометры применяют обычно при измерениях выше 0°C, а спиртовые – ниже 0°C. Для измерения температуры воздуха в условиях теплового излучения пользуются парным термометром: один термометр с зачерненной поверхностью резервуара с ртутью, другой – с покрытием из серебра. Для регистрации температуры во времени применяют термограф.

Относительная влажность воздуха

Влажность воздуха характеризует содержание в нем паров воды.

Влажность бывает абсолютной, максимальной и относительной.

Абсолютная влажность воздуха показывает количество водяных паров в граммах, приходящихся на 1 м³ воздуха (г/м³), Она выражается упругостью водяных паров в мм рт.ст. или Па.

Зная абсолютную влажность, можно определить парциальное давление пара по формуле

$$P = 1,6 * \frac{q}{1 + At}, \quad (1.4)$$

где q – вес 1 м³ водяного пара г/м³;

P – парциальное давление пара, мм рт.ст;

t – температура, °С.

Максимальная влажность характеризует наибольшее парциальное давление водяных паров в воздухе при данных температуре и давлении.

Давление насыщенного пара зависит от температуры и может быть определено из выражения (формула Кирхгофа)

$$\lg P_M = 8,82 - \frac{220}{T_c + 273}, \quad (1.5)$$

где P_M – парциальное давление насыщенного пара, мм рт.ст;

T_c – температура сухого термометра, °С.

Относительная влажность– отношение абсолютной и максимальной влажности, выраженное в процентах

$$\varphi = \frac{P}{P_M} * 100\%, \quad (1.6)$$

Относительную влажность определяют с помощью психрометра.

3. Оборудование и материалы

Психрометр

Основные части психрометра – два термометра; поверхность резервуара одного из них сухая, а другого – искусственно увлажнена.

Принцип действия психрометра основан на зависимости скорости испарения влаги в окружающую среду с поверхности увлажненного термометра от влажности воздуха. Скорость испарения тем больше, чем суше окружающий воздух, и, наоборот, тем меньше, чем больше количество водяного пара он содержит. Процесс испарения влаги с поверхности сопровождается понижением ее температуры, так как молекулы воды, оторвавшиеся от поверхности термометра, имеют более высокую энергию (температуру), чем средняя.

Термометр, с поверхности которого происходит испарение влаги, показывает некоторую температуру, известную под названием “температура

мокрого термометра”; она всегда меньше температуры сухого, за исключением ситуации, когда наблюдается 100% влажность.

Известно несколько типов психрометров.

Статический психрометр состоит из двух одинаковых термометров, укрепленных на одной подставке (рисунок 1.1). Один из них – сухой, другой – мокрый (ртутный шарик обернут тканью и опущен в сосуд с дистиллированной водой). Влажность определяется с использованием психрометрической таблицы по разности температур сухого и мокрого термометров.

Динамический аспирационный психрометр (Ассмана) состоит из двух ртутных термометров (имеющих шкалу от -30 до 50°C), укрепленных в металлической оправе и заключенных в защитные металлические трубки, сообщающиеся общим воздухопроводом с вентилятором, находящимся в головке прибора.

Резервуар одного из термометров окутан гигроскопической материей (рисунок 1.2).

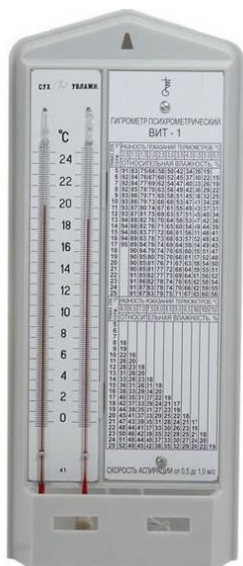


Рисунок 1.1 – Статический психрометр

Через трубки защиты при помощи вентилятора с постоянной скоростью 2 м/с просасывается воздух, свободно омывая резервуары термометров.

В настоящее время выпускают модификации прибора – МВ–4М (с механическим приводом) и М–34 (с электрическим приводом), измеряющие относительную влажность в пределах от 10 до 100% при температурах от -10 до 40° С.

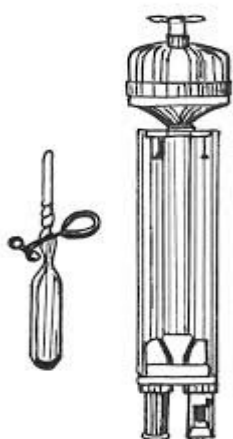


Рисунок 1.2 – Динамический аспирационный психрометр

Перед началом измерения при помощи пипетки увлажняют обертку влажного термометра, держа психрометр вертикально головкой вверх во избежание заливания воды в гильзы и головку прибора, заводят ключом механизм прибора до отказа и помещают его в исследуемой точке, подвешивая на кронштейне в вертикальном положении. Вращением вентилятора в прибор всасывается воздух, обтекая резервуары термометров, проходит по воздухопроводной трубке к вентилятору и выбрасывается наружу через прорези. Благодаря протеканию потока воздуха вокруг резервуаров термометров сухой термометр будет показывать температуру этого потока, а показания смоченного термометра будут меньше, так как он будет охлаждаться вследствие испарения воды с поверхности ткани, облегающей его резервуар.

Через 3–5 мин. снимают и записывают показания сухого и влажного

термометров, а затем по специальным формулам, таблицам или графикам высчитывают относительную влажность.

Благодаря защите от тепловой радиации аспирационным психрометром можно измерять температуру воздуха более точно, чем статическим.

Автоматический электронный психрометр предназначен для измерения и записи относительной влажности воздуха или газов в пределах от 20 до 100%.

Волосной гигрометр представляет собой прибор, в котором в качестве чувствительного элемента используется обезжиренный человеческий волос. Относительное изменение длины волоса зависит от парциального давления паров в воздухе.

Скорость движения воздуха

Для измерения скорости движения воздуха можно использовать анемометры (крыльчатый, чашечный, индукционный), термоанемометры, кататермометры и другие приборы.

Анемометр ручной крыльчатый АСО–3 предназначен для измерения скорости воздушного потока в пределах 0,3 – 5 м/с (рисунок 1.3).

Принцип работы прибора основан на зависимости динамического давления от скорости воздушного потока.



Рисунок 1.3 – Анемометр ручной крыльчатый

Анемометр состоит из крыльчатки, вращающейся на струнной оси, и счетчика оборотов крыльчатки.

Прибор чувствительный и хрупкий. В потоки скоростью больше 5 м/с его помещать нельзя, так как возможны поломка крыльчатки и неверные

показания. Под действием динамического давления воздуха крыльчатка начинает вращаться. Это вращение передается счетчику, который имеет три шкалы: единицы, сотни, тысячи. Чем больше скорость, тем больше оборотов совершает крыльчатка.

Индукционный анемометр применяется для измерения скорости движения воздуха, изменяющейся от 1 до 30 м/с. Он воспринимает движение воздуха четырьмя чашечками, насаженными на концы взаимно перпендикулярных стержней, укрепленных на общей оси. Показания снимают по отклонению стрелки от первоначального положения (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 –Анемометр индукционный

4. Указания по технике безопасности

1. В лаборатории соблюдать образцовую дисциплину, содержать рабочее место в надлежащем санитарном состоянии.
2. В лаборатории запрещается находиться в верхней одежде, трогать и прикасаться к приборам и установкам, не предназначенным для выполнения данной работы.
3. К замерам параметров можно приступить после ознакомления с устройством, принципами действия, правилами эксплуатации приборов и проверки знаний преподавателем.

4. При проведении замеров следует бережно относиться к приборам, не допуская их резких толчков, падений, расположения вблизи включенных электроприборов и оборудования.

5. Задания

5.1. Определить температуру воздуха в помещении (базовый уровень)

В лабораторной работе необходимо определить температуру по сухому термометру психрометра в трех уровнях по высоте помещения (0,3; 1,5 и 2,0 м от пола).

5.2. Измерить влажность воздуха (базовый уровень)

Измерение абсолютной влажности воздуха произвести аспирационным психрометром следующим образом:

набрать в пипетку дистиллированной воды, ввести пипетку в правую трубку психрометра и смочить батист, которым обернут термометр прибора; завести вентилятор психрометра;

поместить психрометр в экспериментальную точку и проводить измерение в течение 3 – 5 минут;

записать показания сухого и мокрого термометров.

Выполнить измерения в трех точках на различной высоте в рабочей зоне помещения. Результаты измерений представить в виде таблицы 1.2.

Таблица 1.2 – Результаты определения относительной влажности

Высота точки измерения, м	Барометрическое давление Р, Па	Показания термометров, °С		Абсолютная влажность Р, г/м ³	Относительная влажность R, %	
		сухого	мокрого		по таблице	по формуле
0,3 м						
0,8 м						

1,5 м						
Среднее значение						

Определить относительную влажность по таблице, приведенной в приложении А.

Определить абсолютную влажность по формуле Ренье

$$P = (P_{нас} - A * (T_c - T_b) * P_b), \quad (1.7)$$

где $P_{нас}$ – парциальное давление насыщенных паров при температуре мокрого термометра, Па (приложение Б);

P_b – барометрическое давление, Па;

T_c – показания "сухого" термометра, °С;

T_b – показания "мокрого" термометра, °С;

A – психрометрический коэффициент (таблица 1.3). Значение его зависит от скорости движения воздуха около баллончиков термометров психрометра.

Таблица 1.3 – Величина психрометрического коэффициента

V ,м/с	0,13	0,20	0,40	0,80	2,30	4,00
A	0,0013	0,0011	0,0009	0,0008	0,0007	0,00067

Определить относительную влажность по формуле

$$\varphi = 100 * \frac{P}{P_n}, \quad (1.8)$$

где P_n – парциальное давление насыщенных паров при температуре сухого термометра, Па (приложение Б).

Определить дефицит влажности воздуха по формуле

$$B = \frac{(P_n - P_{нас})}{P_n} * 100, \% \quad (1.9)$$

Пример расчета

По аспирационному психрометру $T_c = 17^\circ\text{C}$, $T_b = 12^\circ\text{C}$. Барометрическое

давление $P_b = 102000 \text{ Па}$, $V = 0,2 \text{ м/с}$.

Определить относительную влажность воздуха и дефицит влажности.

$$j = \frac{100 * (1400 - 0,0011 * (17 - 12) * 102000)}{1920} = 43,6\%$$

при $T_b = 12^\circ\text{C}$ $P_{\text{нас}} = 1400 \text{ Па}$, при $T_c = 17^\circ\text{C}$ $P_n = 1920 \text{ Па}$

По приложению Б находим парциальное давление насыщенных паров

Дефицит влажности

$$B = \frac{(1920 - 1400)}{1920} * 100 = 27\%$$

5.3 Измерить скорость движения воздуха (повышенный уровень)

При использовании крыльчатого анемометра поместить прибор в поток воздуха, добиться равномерного вращения крыльчатки, отметить начальное показание анемометра, затем через 10 – 15 секунд определить конечное показание, расчетом вычислить количество делений, которое стрелка прошла за одну секунду, по графику (рисунок 1.3) найти скорость движения воздуха.

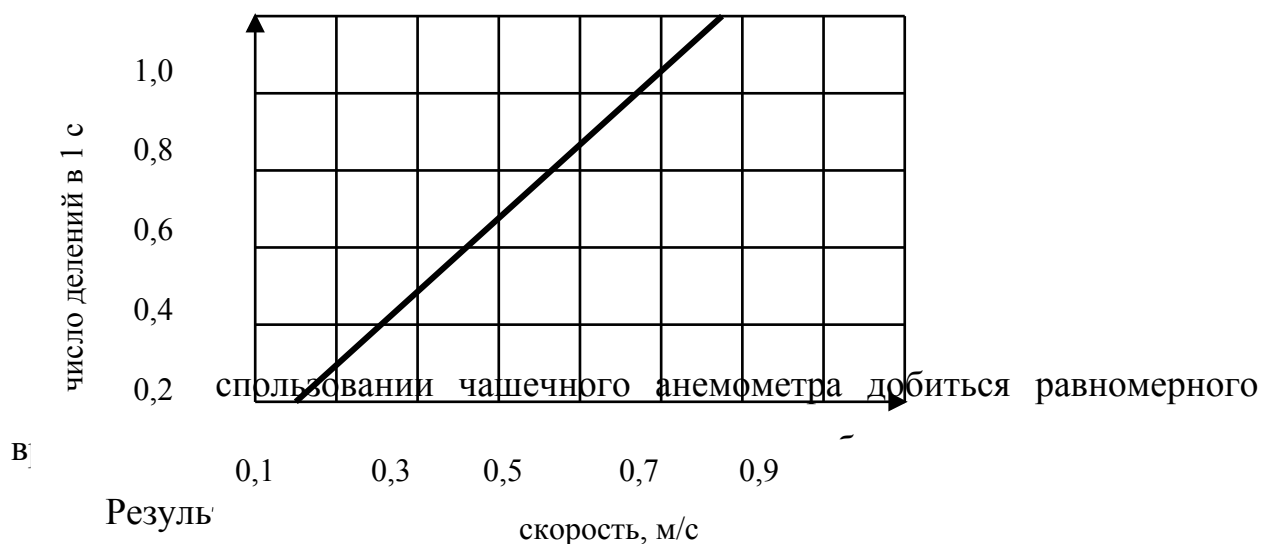


Рисунок 1.3 – График зависимости числа делений шкалы в секунду от скорости направленного воздушного потока				l	
анемометра	до	после	t, с	$\Xi \Xi$	орость жения воздуха, V,

	измерения n_1	измерения n_2				м/с

5.4 Рассчитать кратность воздухообмена(повышенный уровень)

Определить количество воздуха, поступающего в помещение Q , м³/ч (воздухообмен), по формуле

$$Q = V_{cp} * F * 3600, \quad (1.10)$$

где V_{cp} – средняя скорость воздуха, м/с;

F – площадь сечения в месте замера, м².

Найти кратность воздухообмена (1/час) по формуле

$$N = \frac{Q}{V}, \quad (1.11)$$

где Q – воздухообмен в помещении, м³/ч;

V – объем помещения, м³.

5.5 Рассчитать ТНС – индекс (повышенный уровень)

$$ТНС = 0,7 * T_{вл} + 0,3 * T_{ш},$$

где $T_{вл}$ – температура мокрого термометра аспирационного психрометра, °С;

$T_{ш}$ – температура шарового термометра, °С.

Провести оценку класса условий труда по этому показателю, пользуясь приложением В.

Измеренные в процессе работы параметры микроклимата и определенные для данной категории работ (заданной преподавателем) оптимальные и допустимые параметры микроклимата воздуха рабочей зоны по СанПиН 2.2.4.548-96 (см. приложение Г) и ГОСТ 12.1.005-88 свести в таблицу 1.5.

Таблица 1.5 –Оценка полученных результатов

Период года	Категор ия	Температура воздуха T , °С	Относительная влажность ϕ , %	Скорость движения воздуха V , м/с	Врем я

		измеренная	оптимальная	допустимая	измеренная	оптимальная	допустимая	измеренная	оптимальная	допустимая	

5.6 По результатам работы необходимо:

дать заключение о соответствии измеренных параметров требованиям СанПиН 2.2.4.548-96 и ГОСТ 12.1.005-88;

предложить мероприятия по нормализации параметров микроклимата.

6. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- 1.Титульный лист
- 2.Цель работы
- 3.Краткий конспект теоретического материала
- 4.Результаты измерений и расчетов
5. Выводы по работе

7. Контрольные вопросы и тестовые задания

Контрольные вопросы

Базовый уровень

1. Перечислите параметры, характеризующие микроклимат в рабочей зоне производственных помещений.
2. Что такое рабочая зона и в каких точках необходимо производить замеры параметров микроклимата?
3. Что такое оптимальные микроклиматические условия?
4. В чем отличие оптимальных микроклиматических условий от

допустимых?

5. Что положено в основу классификации работ, производимых человеком? Перечислите категории тяжести работ.

6. Как классифицируются виды работ по степени тяжести?

7. Как происходит теплоотдача человеческого организма, из каких составляющих складываются потери тепла?

8. При какой температуре нагрева стенок оборудования и трубопроводов необходима их теплоизоляция?

Повышенный уровень

1. *Укажите приборы, с помощью которых определяются параметры микроклимата*

2. *Что такое нагревающий и охлаждающий микроклимат?*

3. *Сформулируйте и поясните основное уравнение теплового баланса организма человека*

4. *Какие Вы знаете комплексные показатели оценки микроклимата?*

5. *Какова допустимая интенсивность теплового облучения для организма человека?*

6. *Назовите основные способы и средства нормализации микроклимата помещения*

7. *Опишите назначение и принцип действия приборов для определения метеорологических параметров*

8. *Каким образом осуществляется регламентация параметров микроклимата при проведении специальной оценки условий труда?*

9. *Что такое экспозиционная доза теплового излучения и как она оценивается?*

Лабораторная работа 2

Тема: «Исследование способов защиты от теплового излучения»

1. Цель работы

Изучение способов защиты от теплового излучения с помощью различных материалов и видов экранов

2. Формируемые компетенции или их части

Выполнение лабораторной работы способствует формированию у обучающихся следующих компетенций:

ПК-5 - способностью ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей;

ПК-23 - способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.

3. Теоретическая часть

Мероприятия по борьбе с теплоизбытками направляются на максимальное сокращение их выделения, так как легче предупредить избытки тепла, чем удалить их из цеха. Наиболее эффективным способом борьбы с ними является изоляция источников тепловыделений. Санитарными нормами установлено, что температура наружных поверхностей источников тепловыделений в зоне расположения рабочих мест не должна превышать 45°C, а при температуре внутри них менее 100°C - не более 35°C. Учитывая, что инфракрасная радиация действует не только на рабочих, а нагревает все окружающие предметы и ограждения и создает тем самым весьма значительные источники вторичного выделения тепла. Промышленная теплозащита достигается:

- герметизацией оборудования;

- максимальной механизацией и автоматизацией технологических процессов с применением дистанционного управления производственным процессом;

- оптимальным размещением оборудования и рабочих мест;
- автоматическим контролем и сигнализацией;
- применением средств коллективной и индивидуальной защиты.

На рисунке 2.1 представлены виды средств коллективной защиты от избыточного инфракрасного излучения.

Для *изоляции источников тепла* применяются обычные термоизоляционные материалы, обладающие низкой теплопроводностью. К ним относятся пористый кирпич, асбест, специальные глины с примесью, асбеста и т. д. Теплоизоляция горячих поверхностей снижает температуру излучающей поверхности и уменьшает и общее выделение теплоты и его лучистой части. Достоинством теплоизоляции является возможность снижения топлива и повышения производительности агрегатов, однако при этом резко сокращается срок службы изолированных элементов оборудования.



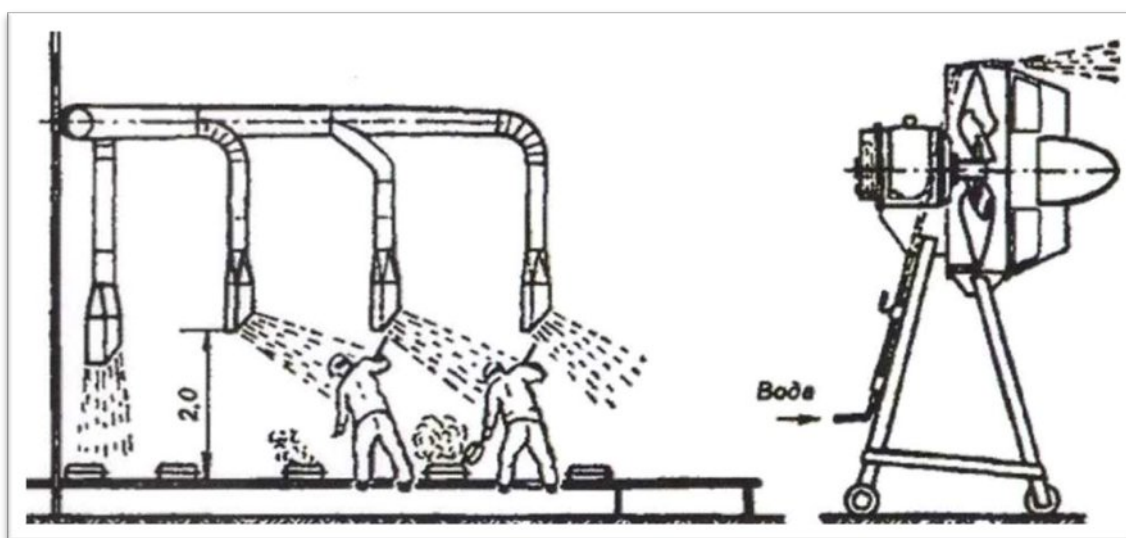
Рисунок 2.1 – Виды средств производственной теплозащиты

Дистанционное управление процессом увеличивает расстояние между работником и источником тепла и излучения, что снижает интенсивность влияющей на человека радиации.

Лучший гигиенический эффект дает водяное охлаждение наружных поверхностей горячего оборудования (*радиационное охлаждение*). Оно применяется в виде водяных рубашек или системы труб, покрывающих снаружи горячие поверхности. Вода, циркулирующая по системе труб, отбирает тепло с горячей поверхности и не допускает выделения его в помещение цеха. Для экранирования примеряются щиты высотой не менее 2 м, поставленные параллельно горячей поверхности на небольшом расстоянии от нее (5 - 10 см). Подобные щиты препятствуют распространению

конвекционных токов нагретого воздуха от горячей поверхности в окружающее пространство.

Для снятия тепла и конвекционного и лучистого, воздействующего на рабочего, в горячих цехах широко применяется *воздушное душирование* (рисунок 2.2), начиная от настольного вентилятора и кончая мощными промышленными аэраторами и приточными вентиляционными системами с подачей воздуха непосредственно на рабочее место. Для этой цели используются как простые, так и аэраторы с распылением воды, повышающей охлаждающий эффект за счет ее испарения.



а

б

Рисунок 2.2 - Устройства воздушного душирования: а - стационарные; б - передвижные

Средства защиты от теплового излучения должны обеспечивать: тепловую облученность на рабочих местах не более $0,35 \text{ кВт/м}^2$, температуру поверхности оборудования не более 35°C при температуре внутри источника теплоты до 100°C и 45°C при температуре внутри источника теплоты более 100°C

Теплоизоляция горячих поверхностей (оборудования, сосудов, трубопроводов и т. д.) снижает температуру излучающей поверхности и уменьшает общее выделение теплоты, в том числе ее лучистую часть,

излучаемую в инфракрасном диапазоне ЭМИ. Для теплоизоляции применяют материалы с низкой теплопроводностью.

Конструктивно теплоизоляция может быть мастичной, оберточной, засыпной, из штучных изделий и комбинированной.

Мастичную изоляцию осуществляют путем нанесения на поверхность изолируемого объекта изоляционной мастики.

Оберточная изоляция изготавливается из волокнистых материалов — асбестовой ткани, минеральной ваты, войлока и др. — и наиболее пригодна для трубопроводов и сосудов.

Засыпная изоляция в основном используется при прокладке трубопроводов в каналах и коробах. Для засыпки применяют, например, керамзит.

Штучная изоляция выполняется формованными изделиями — кирпичом, матами, плитами и используется для упрощения изоляционных работ.

Комбинированная изоляция выполняется многослойной. Первый слой обычно выполняют из штучных изделий, последующие — мастичные и оберточные материалы.

Наиболее распространенный и эффективный способ защиты от излучений - экранирование источников излучений и экранирование рабочих мест. Экраны могут быть стационарными и переносными. По принципу действия экраны подразделяются на теплоотражающие, теплопоглощающие, теплоотводящие. Это деление условно, т.к. любой экран обладает способностью отражать, поглощать или отводить тепло. Принадлежность экрана к той или иной группе зависит от того, какое свойство отражено в нем наиболее сильно.

Теплозащитные экраны применяют для экранирования источников лучистой теплоты, защиты рабочего места и снижения температуры поверхностей предметов и оборудования, окружающих рабочее место. Теплозащитные экраны поглощают и отражают лучистую энергию.

Различают теплоотражающие, теплопоглощающие и теплоотводящие экраны. По конструктивному выполнению экраны подразделяются на три класса: непрозрачные, полупрозрачные и прозрачные.

Непрозрачные экраны выполняются в виде каркаса с закрепленным на нем теплопоглощающим материалом или нанесенным на него теплоотражающим покрытием.

В качестве отражающих материалов используют алюминиевую фольгу, алюминий листовой, белую жечь; в качестве покрытий - алюминиевую краску.

Для непрозрачных поглощающих экранов используется теплоизоляционный кирпич, асбестовые щиты.

Непрозрачные теплоотводящие экраны изготовляют в виде полых стальных плит с циркулирующей по ним водой или водовоздушной смесью (рисунок 2.3), что обеспечивает температуру на наружной поверхности экрана не более 30 - 35 °С.

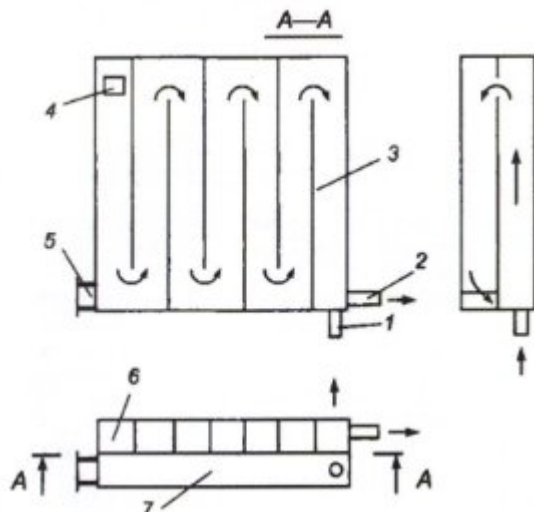


Рисунок 2.3 - Водоохлаждаемый экран для радиационного охлаждения и защиты от теплового облучения рабочих мест: 1 — подвод воды; 2 — сток воды; 3 — перегородки; 4 — переливное окно; 5 — труба с водой для промывки экрана; 6 — полость с перегородками; 7 — полость без перегородок

Полупрозрачные экраны применяют в тех случаях, когда экран не должен препятствовать наблюдению за технологическим процессом и вводу

через него инструмента и материала. В качестве полупрозрачных теплопоглощающих экранов используют металлические сетки с размером ячейки 3 - 3,5 мм, завесы в виде подвешенных цепей. Для экранирования кабин и пультов управления, в которые должен проникать свет, используют стекло, армированное стальной сеткой. Полупрозрачные теплоотводящие экраны выполняют в виде металлических сеток, орошаемых водой, или в виде паровой завесы.

Прозрачные экраны изготавливают из бесцветных или окрашенных стекол - силикатных, кварцевых, органических. Обычно такими стеклами экранируют окна кабин и пультов управления. Теплоотводящие прозрачные экраны выполняют в виде двойного остекления с вентилируемой воздухом воздушной прослойкой, водяных и вододисперсных завес.

4. Оборудование и материалы

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Исследование способов защиты от теплового излучения» представляет собой прибор, состоящий из подставки, на которой размещено все оборудование (рисунки 2.4 - 2.6). К установке прилагается комплект теплоотражающих, теплопоглощающих и теплоотводящих защитных экранов (рисунок 2.7).

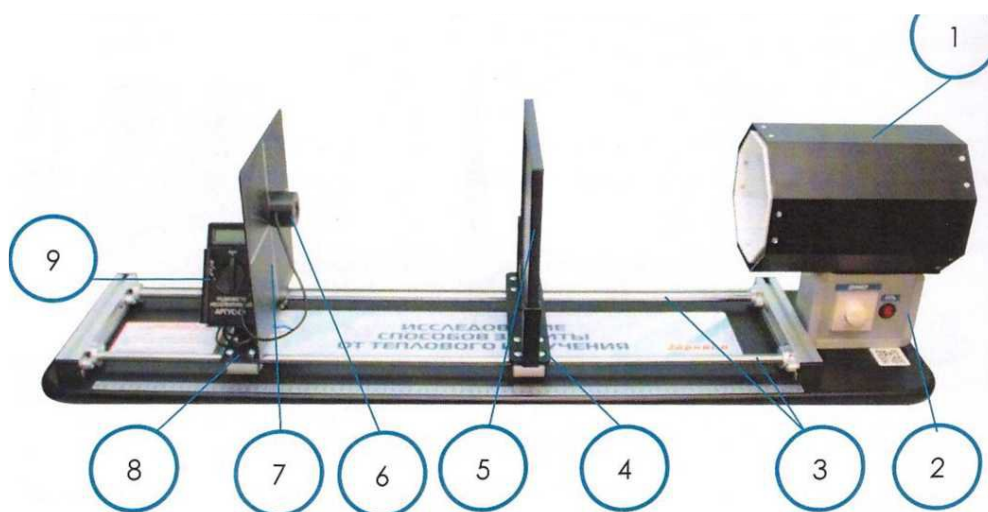


Рисунок 2.4 - Устройство оборудования: 1 - Источник теплового излучения - лампа накаливания со встроенным зеркальным отражателем и плавно регулируемой мощностью излучения в пределах от 0 до 250 Вт; 2 - Блок питания и регулировки освещения; 3 - Направляющие валы; 4 -

Подвижная платформа с держателями для установки испытуемых экранов; 5 – Экран; 6 - Датчик избирательного радиометра с магнитным креплением. Установка датчика прибора от источника теплового излучения возможна на расстояниях от 100 до 750 мм; 7 - Экран с мерной сеткой для позиционирования датчика; 8 - Подвижная платформа; 9 - Радиометр неселективный с Пределы измерения интенсивности теплового излучения в спектральном диапазоне 0,5...20 мкм ... от 1 до 2000 Вт/м²



Рисунок 2.5 - Осветительный модуль: 1 - кнопка включения/выключения; 2 - диммер для регулировки мощности излучения

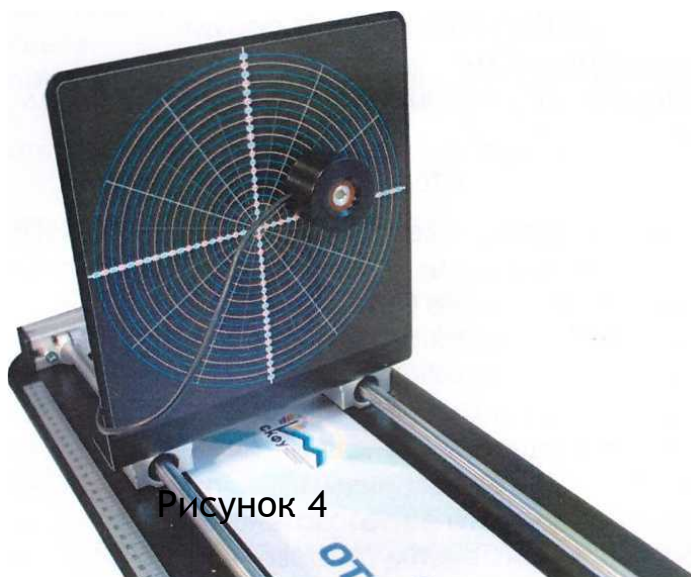


Рисунок 2.6 - Экран с установленным на магнитном держателе датчиком

Диапазон перемещений датчика от оси излучателя по вертикали и горизонтали составляет не менее 80 мм.

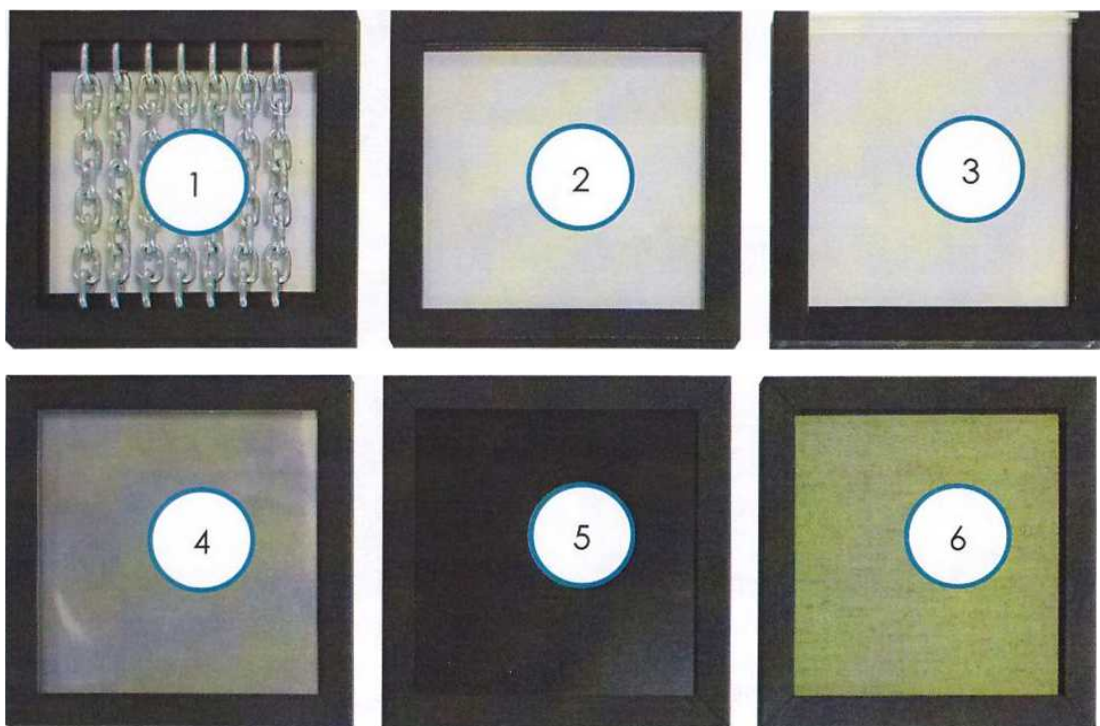


Рисунок 2.7 - Набор защитных экранов: 1 - стальная цепь; 2 - стекло силикатное 5 мм; 3 - вода в прозрачном плоском сосуде; 4 - алюминиевый лист 3 мм; 5 - стальной лист окрашенный в черный цвет 2 мм; 6 - брезент.

В комплект оборудования входит радиометр неселективный "Аргус-03"(рисунок 2.8), предназначенный для измерения энергетической освещенности объектов в диапазоне от 1,0 до 2000 Вт/м в спектральном диапазоне от 0,5 до 20,00 мкм.



Рисунок 2.8 - Внешний вид радиометра "Аргус - 03"

Радиометр может быть использован в организациях охраны труда, медицине, сельском хозяйстве для измерения плотности потока излучения от

нагретых объектов, тепловых потерь в теплоэнергетике, машиностроении и пр.

Принцип работы радиометра основан на преобразовании потока излучения, создаваемого источниками, в непрерывный электрический сигнал, пропорциональный энергетической освещенности, который затем преобразуется аналого-цифровым преобразователем в цифровой код, индицируемый на цифровом табло индикаторного блока.

В измерительном блоке установлен первичный преобразователь излучения - термоэлемент для измерения энергетической освещенности.

На передней панели индикаторного блока размещен переключатель пределов измерений и гнезда для сигналов с выхода измерительного блока. В задней части радиометра размещены элементы питания (батарейка типа "Крона"). Показания индицируются в единицах «Вт/м²».

5. Указания по технике безопасности

До начала работ каждый студент ДОЛЖЕН внимательно ознакомиться с настоящими правилами и расписаться в журнале учета инструктажа по технике безопасности.

Студент ОБЯЗАН выполнять следующие правила:

1. К работе с прибором допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, ознакомленные с устройством прибора, его принципом действия и мерами безопасности в соответствии с требованиями, предусмотренными для соответствующего кабинета образовательного учреждения.

2. Прибор должен эксплуатироваться в учебном кабинете в соответствии с требованиями, предъявляемыми к организации учебных кабинетов, с нормами расстановки оборудования и условиями работы.

Перед началом работы необходимо:

1. Проверить отсутствие внешних повреждений элементов изделия, тумблеров, переключателей и т.п.;

2. Убедиться в целостности крышек электророзеток, выключателей питания, электровилки и подводящего кабеля;

3. При включении изделия в сеть убедиться в том, что все кнопки панели управления находятся в положении выключено.

Требования безопасности во время работы:

1. Не оставляйте без присмотра включенный прибор;

2. Включать прибор можно только при установленной в патрон лампе-излучателе;

3. Соблюдайте правила эксплуатации электротехнического оборудования, не подвергать его механическим ударам, не допускать падения;

4. Отключайте питание по завершении измерений.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

1. Без разрешения преподавателя включать лабораторные стенды в сеть 220В и подавать напряжение на схему;

2. Включать изделие в сеть 220В без установленной в патрон лампы- излучателя;

3. Перемещать лабораторные стенды с одного стола на другой или вскрывать их;

4. Включать изделие в электрическую сеть мокрыми и грязными руками;

5. Использовать изделие и его отдельные компоненты не по назначению;

6. Работать с изделием в случае её неисправности;

7. Оставлять оборудование включенным без присмотра;

8. Оставлять оборудование включенным в режиме ожидания на длительное время (более 3 часов);

9. Курить в лаборатории, находиться в верхней одежде или головных уборах.

6. Задания

1. Установить измерительный блок радиометра в месте, где необходимо измерить освещенность. Индикаторный блок можно разместить в месте, удобном для снятия показаний с индикаторного табло. Переключатель пределов должен быть установлен в положение «Выкл».

2. Включить радиометр, для этого переключатель установить в положение "Вт/м²". При этом должны появиться показания на цифровом табло. Если в левой его части загорается индикатор разряда батареи, необходимо сменить элемент питания.

3. Закрыть измерительный блок, измерить и запомнить «тем-новое» значение (U_T) для дальнейшего вычисления значения энергетической освещенности.

4. Открыть измерительный блок. На табло индицируется энергетическая освещенность в «Вт/м²». Провести расчет значений энергетической освещенности, измеренной радиометром по формуле:

$$E = U_0 - U_T, \quad (2.1)$$

где U_0 и U_T - показания радиометра при открытом и закрытом измерительном блоке соответственно.

5. Если на табло индицируется единица наивысшего разряда, а цифры остальных разрядов не горят, это означает перегрузку для данного предела измерений.

6. Установить лампу-излучатель в патрон осветителя.

7. Подключить установку к сети 220 В с помощью соединительного шнура, входящего в комплект.

8. Включить кнопку «СЕТЬ» (позиция 1 на рисунке 3). Регулятор диммера (позиция 2 на рисунке 3) должен быть при этом повернут против часовой стрелки до щелчка.

9. Установить подвижную платформу с радиометром (позиция 8 на рисунке 2) на максимальном расстоянии от осветителя. Датчик при этом должен находиться в центре мерного экрана.

10. Включить радиометр.

11. Поворотом рукоятки диммера включить лампу- излучатель.

Задание 1. Провести анализ интенсивности теплового излучения в зависимости от расстояния от источника, а также от его мощности

1.1 Снять показания радиометра при различной мощности излучения лампы, различных расстояниях экрана с датчиком от осветителя.

1.2 Результаты измерений занести в таблицу 2.1. Сравнить, сделать выводы.

1.3 Построить графики зависимости интенсивности теплового излучения в зависимости от расстояния от источника, а также от его мощности

Таблица 2.1 - Исследование интенсивности теплового излучения в зависимости от мощности источника и дальности его расположения

Мощность лампы, Вт	Интенсивность ТИ, Q, Вт/м ² , при дальности расположения источника					
	L= мм	L= мм	L= мм	L= мм	L= мм	L= мм
50						
100						
250						

Задание 2. Исследование эффективности защиты экранов различных типов от теплоизбытков

1. Установить максимальную мощность излучения источника излучения;

2. Измерить интенсивность теплового излучения на различных расстояниях от источника без экрана, результаты записать в таблицу 2.2;

3. Измерить интенсивность теплового излучения на различных расстояниях от источника с экраном (тип экрана уточнить у преподавателя);

4. Определить эффективность экранирования по формуле:

$$\Xi = \frac{Q_0 - Q}{Q_0} \cdot 100\%,$$

где Q_0 - интенсивность теплового излучения, измеренная без применения экрана, Вт/м²;

Q - интенсивность теплового излучения, измеренная с применением экрана, Вт/м².

Таблица 2.2 - Исследование эффективности экранов

Расстояние от источника излучения, мм	Экран №_____		Экран №_____		Экран №_____	
	Q, Вт/м ²	Ξ, %	Q, Вт/м ²	Ξ, %	Q, Вт/м ²	Ξ, %

5. Построить график изменения интенсивности теплового излучения в зависимости от расстояния.

7. Содержание отчета

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Титульный лист;
2. Цель работы;
3. Краткий конспект теоретического материала;
4. Схему лабораторной установки
5. Результаты измерений и расчетов, (заполненные таблицы 1 и 2);
6. График зависимости интенсивности теплового излучения от расстояния
7. Выводы.

8. Контрольные вопросы

1. Перечислите мероприятия, проводимые для нормализации микроклиматических параметров в помещении.
2. Что называется вентиляцией? Охарактеризуйте виды вентиляции по способу перемещения воздуха?
3. Естественная вентиляция: принципы функционирования, особенности организации, область применения.
4. Виды механической вентиляции: принципы функционирования, особенности организации, область применения.
5. Раскройте суть понятия «кондиционирование»
6. Каковы особенности применения экранирования при защите от теплоизбытков?
7. Как осуществляется «защита временем» состояния здоровья работников при наличии охлаждающего или нагревающего микроклимата на рабочем месте?
8. Какие виды технических мероприятий необходимо проводить при повышенной запыленности или загазованности воздуха в помещении?
9. Приведите примеры устройств местной вентиляции. Каково их назначение?
10. Какой параметр позволяет определить степень негативного влияния на человека нагревающего микроклимата? Перечислите наиболее эффективные методы защиты от избытков тепла на производстве.
11. Что называют воздушным душем? Охарактеризуйте.
12. Поясните особенности и области применения воздушных и воздушно-пылевых завес.
13. Назовите мероприятия, которые проводятся для борьбы с теплоизбытками.
14. Каким образом осуществляется изоляция источников тепла?
15. Что такое радиационное охлаждение
16. Дайте определение и назовите виды систем отопления.

17. Какие экраны применяются для защиты от избытков тепла? В чем особенности их применения?

9. Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды : (техносферная безопасность) : учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2016. – 702 с. ; 21. – (Бакалавр.Академический курс). – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 702. – ISBN 978-5-9916-3058-0. – ISBN 978-5-9692-1483-5

Лабораторная работа 3

Тема: «Измерение концентрации в воздухе вредных веществ газоанализатором УГ-2»

Цель: получить практические навыки по измерению концентрации углекислого газа (CO_2)

1. Теоретическая часть

В воздухе ЗС при размещении в нем укрываемых скапливается углекислый газ. Его допустимое значение в объемных процентах не должно превышать 2% (в атмосфере его содержание 0,03%).

Углекислый газ относится к вредным веществам, ибо повышенное содержание его в воздухе может вызвать отклонения в состоянии здоровья.

Вредные вещества способны проникать в организм человека через органы дыхания, пищеварения или кожу. Вредное действие их определяется как свойствами самого вещества (химическая структура, физико-химические свойства, количество попавшего в организм - доза или концентрация - сочетание вредных веществ, находящихся в организме), так и особенностями организма человека (индивидуальная чувствительность к химическому веществу, общее состояние здоровья, возраст, условия труда).

Для количественной оценки вредного воздействия на человека химического вещества в промышленной токсикологии используют две группы показателей: показатели, характеризующие **степень токсичности** и показатели, характеризующие **возможность отравления**. **Степень токсичности вещества** характеризуют следующие показатели:

1. Средняя смертельная концентрация в воздухе (CL_{50}) – концентрация вещества, вызывающая гибель 50% животных при двух-, четырехчасовом ингаляционном воздействии на мышей или крыс;

2. Средняя смертельная доза при введении в желудок ($\text{DL}_{50\text{Ж}}$) – доза вещества, вызывающая гибель 50% животных при однократном введении в желудок;

3. Средняя смертельная доза при нанесении на кожу ($\text{DL}_{50\text{К}}$) – доза вещества, вызывающая гибель 50% животных при однократном нанесении на кожу;

4. Порог хронического действия ($\text{Lim}_{\text{кр}}$) – минимальная концентрация вредного вещества, вызывающая вредное действие в хроническом эксперименте по 4 часа 5 раз в неделю на протяжении не менее 4 месяцев;

5. Порог острого действия (Lim_{ac}) – минимальная концентрация вредного вещества, вызывающая изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций;

6. Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК р.з) – такая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов или другой продолжительности, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений

Показатели возможности отравления:

1. Коэффициент возможного ингаляционного отравления (КВИО) – отношение максимально достигаемой концентрации вредного вещества в воздухе при 20°C к средней смертельной концентрации вещества для мышей.

2. Зона острого действия (Lim_{ac}) – отношение среднесмертельной концентрации к порогу острого действия.

3. Зона хронического действия (Lim_{cr}) – отношение порога острого действия к порогу хронического действия.

В воздухе защитных сооружений регламентируется содержание нескольких веществ. Они представлены в таблице

Таблица 9.1 – Перечень параметров, контролируемых в ЗС ГО

Наименование параметров	Значение параметров	Средства измерения	Примечание
Параметры газового состояния воздуха			
Содержание в воздухе: кислорода	не менее 16,5%	МН-5130, КГС-К, ПГА-КМ, ГХЛ-1	ПДЗ параметра
двуокиси азота	не более 4,0%	КГС-ОУ, ГС-СОМ, ГХЛ-1	ПДЗ параметра
окиси углерода	не более 100 мг/м ³	ТП2221, КГС-ДУ, КГП-ДУ, ГХЛ-1	ПДЗ параметра
метана	не более 300 мг/м ³	КАМ-IV-3, ОА-2309М	реком. значение параметра
пыли	не более 10 мг/м ³	Лаза -1	ПДЗ параметра

Методики определения вредных примесей в воздухе помещений, в основу которых положены физические, физико-химические и биологические процессы делят на три группы:

- лабораторные;
- автоматические;
- экспресс – методы.

Наиболее точными являются лабораторные методы – фотометрические, хроматографические, люминесцентные и др.

Они позволяют уловить минимальное содержание вредных веществ, но сложны, предполагают большую продолжительность анализа.

Автоматические методы обеспечивают непрерывность, достаточную точность, объективность анализа.

В зависимости от оцениваемых свойств среды их делят на:

- механические (зависимость плотности газовой смеси от концентрации компонента);
- акустические (зависимость скорости поглощения звуковых волн от концентрации);
- магнитные (зависимость физических свойств смеси в магнитном поле от концентрации);
- тепловые (зависимость теплопроводности от концентрации).

Экспресс – методы выполняются при помощи газоанализаторов разового действия. Они достаточно просты и позволяют в короткий промежуток времени (3 - 20 мин) получить информацию о содержании вредных веществ.

К ним относятся:

- фотоколориметрические;
- термохимические;
- колориметрические;
- линейно – колориметрические;
- спектрофотометрические и др. методы анализа.

Колориметрические методы основаны на протягивании воздуха, содержащего загрязняющие вещества через раствор, фильтровальную бумагу, зернистый твердый сорбент и измерение интенсивности полученной на них окраски путем сравнения со стандартными шкалами (образцами – эталонами) с указанной на них концентрацией

исследуемого вещества.

Линейно – колориметрический метод основан на протягивании исследуемого воздуха через стеклянные индикаторные трубки и измерении длины окрашенного столбика порошка по заранее приготовленным шкалам, показывающим зависимость этой длины от концентрации данного вещества.

Наибольшее распространение получили химические экспрессные газоопределители типа ГХ и УГ (рисунки 9.1, 9.2).

Они включают в себя воздухозаборное устройство и набор индикаторных трубок для определения концентрации вредных веществ.

Газоанализатор УГ-2 предназначен для определения в воздухе производственных помещений концентрации 14 вредных газов (паров).

Техническая характеристика прибора:

Продолжительность проведения одного анализа 5 – 7 мин

Допускаемая погрешность, % ... ± 10 от верхнего предела каждой шкалы.

Измерение концентрации проводят при параметрах:

- барометрическое давление, Па 90000 – 101000;
- относительная влажность, %.....30 - 80;
- температура, °С 15 - 30.

Погрешность измерения составляет $\pm 35\%$ в диапазоне от 0,5 до 2,0 ПДКр.з и $\pm 25\%$ при концентрациях свыше 2 ПДКр.з.

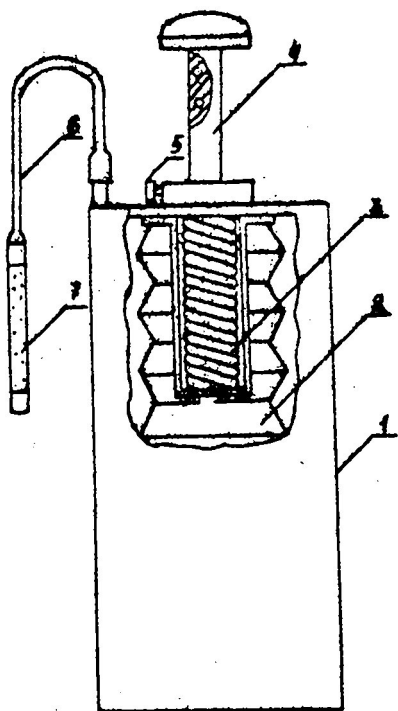


Рисунок 9.1 – Газоанализатор УГ–2:
1 – корпус; 2 – резиновый мех сильфона; 3 – пружина; 4 – шток; 5 – фиксатор-стопор; 6 – резиновая трубка; 7 – трубка с индикаторным порошком.

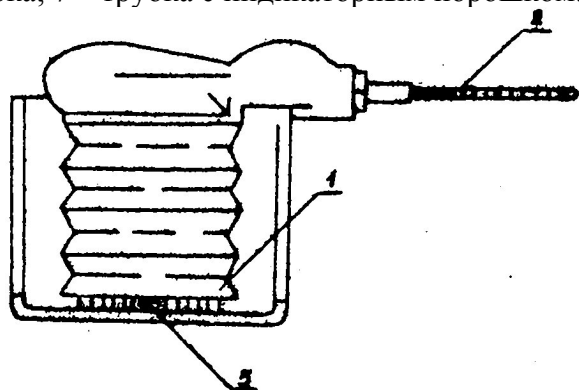


Рисунок 9.2 – Химический газоопределитель ГХ–4:

1 – меховой аспиратор; 2 – индикаторная трубка; 3 – клапан для выхода воздуха при сжатии меха.

**Порядок работы с прибором ШИ – 10, ШИ – 11 (шахтный интерферометр)
(рисунок 9.3)**

Действие прибора основано на измерении смещения интерференционной картины вследствие отклонения луча из-за изменения внутреннего состава газовой среды в приборе. Он включает штуцер 1 для засасывания в прибор газа из бокса; распределительный кран 2 для определения вида измеряемого газа (CO_2 или CH_4); окуляр 3 для наблюдения за интерференционной картиной; штуцер с фильтром 4 для подключения насоса – груши; микровинт 5 для установки интерференционной картины

на «О» шкалы; переключатель 6 для установления режима работы прибора («И» – измерение, «К» – контроль); кнопку 7 включения лампы подсветки; патрон с лампой 8; крышку 9 отделения для помещения поглотительного патрона.

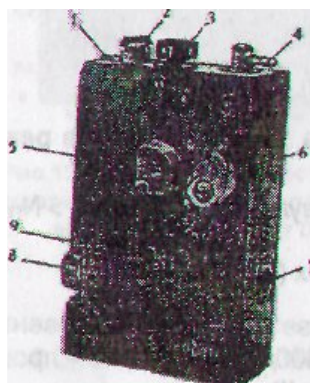


Рисунок 9.3 – Общий вид прибора ШИ – 10

Порядок измерений.

В лабораторных условиях концентрация CO_2 создается в боксе. При невозможности взять пробу анализируется воздух ЗС. Для этого необходимо:

Произвести проверку нулевого положения интерференционной картины:

- отстегнуть клапан футляра;
- переключатель 6 поставить в положение «К»;
- прокачать с помощью груши 3 – 4 раза прибор чистым воздухом, если проба будет из бокса;
- нажать кнопку включения лампы 7 и посмотреть в окуляр 3 на положение интерференционной картины. Если интерференционная картина не сместилась относительно нулевой отметки шкалы, переключатель 6 поставить в положение «И» и застегнуть клапан;
- если картина сместилась относительно нулевой отметки, то микровинтом 5 вернуть ее на нуль (путем совмещения левой черной полосы с нулевой отметкой неподвижной шкалы);
- штуцер 1 соединить резиновой трубкой со штуцером на корпусе бокса, если проба из бокса.

2. Оборудование и материалы

Микрокалькулятор, программное обеспечение MicrosoftOffice, газоанализатор УГ-2.

3. Указания по технике безопасности

При выполнении работы студенты должны руководствоваться общими для учебных

аудиторий правилами техники безопасности.

4. Указания по порядку выполнения работы

1. Занести в рабочую тетрадь ключевые понятия и нормативную информацию по теме практической работы.

2. Определить содержание углекислого газа в помещении. Произвести два измерения с интервалом 3...4 мин. Данные измерений занести в таблицу 9.1.

Для проведения измерений распределительный кран 2 поставить в положение «CO₂». Путем трех сжатий резиновой груши пробу прокачать через прибор. Если в набранной пробе имеется примесь CO₂, то интерференционная картина, наблюдаемая в окуляр 3, после нажатия кнопки 7 сместится вправо вдоль шкалы. По смещенному положению левой черной полосы интерференционной картины производится отсчет делений шкалы с точностью до 0,1%.

Таблица 9.1 – Концентрация CO₂ в ЗС

Измерения	1	2	Сср
Содержание углекислого газа, CO ₂ , %			

3. Определить среднее содержание углекислого газа и сравнить его с нормативным (1,5 – 2%).

Если концентрация определялась газоанализатором УГ-2 произвести пересчет концентрации из единиц массы в объемные единицы измерения по формуле

$$V = \frac{B_n * (273 + t) * G * 22,4 * 100}{273 * B_t * M}, \%$$

(9.1)

где B_n – нормальное атмосферное давление, Па. $B_n = 101325$ Па;

t – температура воздуха в помещении, °С;

G – концентрация газа при температуре , °С и давлении воздуха B_t , г/л;

22,4- постоянная величина, характеризующая объем одной граммолекулы газа (л) при 0 °С и нормальном атмосферном давлении;

M – молекулярная масса газа, г/моль.

Пример расчета.

Фактическая концентрация паров бензола (C_6H_6) в помещении составила 1800 мг/м³. Температура воздуха 24 °С. Барометрическое давление 99600 Па. Молекулярная масса газа 78 г/моль.

$$V = \frac{101325 * (273 + 24) * 0,0018 * 22,4 * 100}{273 * 99600 * 78} = 0,582\% \text{но} V \quad (9.2)$$

4. Найти время безопасного пребывания укрываемых в ЗС ($t_{без}$) до допустимого значения объемной концентрации углекислого газа (CO_2) $Coб \leq 2\%$ (проводится только при режиме полной изоляции) по формуле

$$t_{без} = \frac{Coб * Wоб * 1000}{Noб * B * 100}, \text{ч}, \quad (9.3)$$

где $Wоб$ – 1500 м³ – объем ЗС;

B – количество CO_2 , выделяемого одним человеком, 15 – 20 л/ч (человек поглощает $A \geq 25$ л/мин);

$Noб = Noб_1 + Noб_2$ – число укрываемых в ЗС.

При $t_{без} < 72$ ч необходимо разработать рекомендации по увеличению значения $t_{без}$.

5. Определить интенсивность выделения вредного вещества G , мг/ч, по формуле

где C – концентрация вещества, мг/м³ (по результатам эксперимента);

$$G = \frac{C * V * 3600}{t}, \quad (9.4)$$

V – объем помещения, м³ ;

t – время хода поршня, с.

6. Рассчитать необходимый воздухообмен для удаления вредного вещества L , м³/ч

$$L = \frac{K * G}{ПДК_{рз} - C_n} \quad (9.5)$$

где K – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения вредных веществ в помещении. $K = 1,2 - 2,0$;

G – интенсивность выделения вредных веществ, мг/ч;

$ПДК_{рз}$ – предельно допустимая концентрация вредного вещества в помещении

ЗС, мг/м³;

C_n – концентрация вещества в приточном воздухе (0 – 30% от ПДКр.з), мг/м³.

7. Найти кратность воздухообмена

$$n = \frac{L}{V}, \quad (9.6)$$

где L – воздухообмен, м³/ч;

V – объем помещения, м³.

8. Защита выполненной работы

5. Содержание отчета,

Отчет должен содержать:

1. Цели и задачи исследования, анализ объекта
2. Расчетные таблицы
3. Ответы на вопросы
4. Выводы.

6. Контрольные вопросы

1. Какие вещества регламентируются в воздухе?
2. Какова предельная концентрация каждого вещества в помещениях?
3. Какие показатели характеризуют степень токсичности веществ?
4. Перечислите показатели возможного ингаляционного отравления.
5. Принцип действия газоанализатора УГ-2.
6. Принцип действия газоопределителя ГХ-4.
7. Принцип действия шахтного интерферометра ШИ-10.
8. Порядок работы шахтного интерферометра ШИ-10.

Тема: «Исследование параметров естественного освещения в помещении»

Цель работы: формирование компетентности для анализа и оценки естественного освещения на рабочих местах.

2. Теоретическое обоснование

Производственное освещение – неотъемлемый элемент условий труда человека. При правильной организации освещения рабочего места обеспечивается сохранение зрения человека, нормальное состояние его нервной системы, снижение утомляемости, обеспечивается безопасность труда и сохраняется высокая работоспособность продолжительное время.

Различают следующие **виды производственного освещения: естественное, искусственное и совмещенное.**

Естественное освещение, с физиологической точки зрения, наиболее благоприятно для человека. Естественное освещение создается прямым солнечным и рассеянным светом небосвода. Оно постоянно изменяется в зависимости от географической широты и прозрачности атмосферы.

Различают естественное **боковое** освещение (через световые проемы, расположенные в наружных стенах), **верхнее** (через световые проемы, расположенные на крыше здания) и **комбинированное** – сочетание названных выше.

В качестве критерия оценки естественного освещения принята относительная величина – **коэффициент естественной освещенности (КЕО)**, не зависящий от указанных выше параметров.

Коэффициент естественной освещенности – это отношение освещенности в данной точке внутри помещения ($E_{вн}$, лк) к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности ($E_{н}$, лк), создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в %.

$$KEO = \frac{E_{вн}}{E_n} \times 100, \% \quad (2.1)$$

Величина КЕО для различных помещений лежит в пределах от 0,1 до 10%.

При **одностороннем боковом освещении** нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности, на расстоянии 1м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, а при двустороннем боковом освещении в точке посередине помещения.

При **верхнем или комбинированном естественном освещении** нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола). Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн.

Допускается деление помещения на зоны с боковым освещением (зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами) и зоны с верхним освещением, нормирование и расчет естественного освещения в каждой зоне производится независимо друг от друга.

Нормированное значение к КЕО (e_n) для зданий, расположенных в различных районах, определяется по формуле

$$e_N = e_n \times m_N, \quad (2.2)$$

где N – номер группы обеспеченности естественным светом в соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица 2 приложения А);

e_n – нормативное значение КЕО, в соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица 1 приложения А);

m_N – коэффициент светового климата в соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица 3 приложения А).

Полученные по этой формуле значения следует округлять до десятых долей.

Действующими нормами СНиП 23-05-95 установлены 8 разрядов и 4 подразряда зрительных работ: от работ наивысшей точности (I разряд) до работ, связанных с общим наблюдением за ходом производственных процессов (VIII разряд).

Для обеспечения нормальной величины КЕО необходимо определить площадь световых проемов (окон и фонарей). Расчет световых проемов производится по формулам (СНиП II-4-79):

а) при боковом освещении

$$S_0 = \frac{e_N K_3 \eta_0 S_n}{100 \tau_0 \tau_1} K_{зд}; \quad (2.3)$$

б) при верхнем освещении

$$S_\phi = \frac{e_N K_3 \eta_\phi S_n}{100 \tau_0 \tau_2 K_\phi}; \quad (2.4)$$

где e_n – нормируемое значение коэффициента естественного освещения (таблица 1 приложения А);

S_0 и S_ϕ – площадь окон и фонарей соответственно, m^2 (значения для типовых конструкции приведены в таблице 10 приложения А);

S_n – площадь пола, m^2 ;

K_3 – коэффициент запаса, принимается для учебных помещений от 1,2 до 1,5 (таблица 4 приложения А);

η_0 – световая характеристика окон (таблица 5 приложения А);

η_ϕ – световая характеристика фонаря, принимается по таблицам 31 и 32 СНиП II-4-79*, ориентировочно можно принимать от 3 до 5;

τ_0 – общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 \tau_5, \quad (2.5)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала (таблица 7 приложения А);

τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в конструкциях (таблица 7 приложения А);

τ_3 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах световых проемов (при боковом освещении $\tau_3=1$); τ_3 – определяют по таблице 8 приложения А;

τ_4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (таблица 8 приложения А);

τ_5 – коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, принимается равным 0,9;

r_1 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к заданию (таблица 9 приложения А);

r_2 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения, принимается по таблице 33 СНиП II-4-79, ориентировочно r_2 можно принимать в пределах 1,1–1,4;

K_ϕ – коэффициент, учитывающий тип фонаря. Определяется по таблице 34 СНиП II-4-79, ориентировочно принимается в пределах 1–1,4;

$K_{зд}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями (таблица 6 приложения А).

3. Оборудование и материалы

Измерение освещенности производится при помощи люксметра Ю–116.

Люксметр Ю–116 состоит из датчика и магнитоэлектрического измерителя (гальванометра) с отсчетами по шкале в люксах.

Датчик в приборах представляет собой селеновый фотоэлемент, которых под действием светового потока вырабатывает постоянный ток с напряжением, пропорциональным освещенности.

Люксметр Ю–116 имеет два основных диапазона измерений (две шкалы) 5 – 30 и 20 – 100 лк и шесть не основных 50 – 300 и 200 – 1000; 500 –

3000 и 2000 – 10000; 5000 – 30000 и 20000 – 100000 лк, полученных при помощи совместного применения насадок КМ, КР, КТ. Эти насадки позволяют уменьшить световой поток, падающий на фотоэлемент, и, следовательно, расширить пределы измерений соответственно в 10; 100 и 1000 раз. Буквами К, М, Р, Т обозначены насадки – поглотители.

Перед измерением прибор должен быть установлен в горизонтальном положении, а стрелка прибора – на нулевом делении шкалы (при необходимости при помощи корректора устанавливают стрелку на нулевое деление шкалы, отсоединив при этом фотоэлемент).

Порядок отсчета значений измерений величины освещенности следующий: против нажатой кнопки определяют выбранное при помощи насадок или без них наибольшее значение диапазонов измерений. При нажатии правой кнопки, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратное 10, следует пользоваться для отсчета показаний шкалой 0 – 100. При нажатии левой кнопки, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратные 30, следует пользоваться шкалой 0 – 30. Показания прибора в делениях по соответствующей шкале следует умножить на коэффициент ослабления, зависящий от применяемых насадок и указаний на них. Например, на фотоэлементе установлены насадки КР, нажата левая кнопка, стрелка показывает десять делений по шкале 0 – 30. Следовательно, измеряемая освещенность равна $10 \cdot 100 = 1000$ лк.

При пользовании люксметром следует оберегать селеновый фотоэлемент от избыточной освещенности, не соответствующей выбранным насадкам, т.е. не допускать зашкаливания стрелки прибора. Если значение измеряемой освещенности неизвестно; измерение необходимо начинать с установки на фотоэлементе насадки КТ. С целью ускорения поиска диапазона измерений, который соответствует показаниям прибора в пределах 20 – 100 делений по шкале 0 – 100 и 5 – 30 по шкале 0 – 30, рекомендуется поступать следующим образом: последовательно устанавливать насадки КТ,

КР, КМ и при каждой насадке сначала нажимать правую кнопку, а затем левую. Если при насадках КМ и нажатии левой кнопки стрелка не доходит до 5 делений по шкале 0 – 30, измерение следует делать без насадок, т. е. с открытым фотоэлементом.

При отсчете по измерению необходимо находиться на некотором расстоянии от фотоэлемента, чтобы тень от производящего измерения не исказила показания прибора.

После окончания измерения рекомендуется отсоединить фотоэлемент от измерителя люксметра и надеть на фотоэлемент насадку Т.

При переноске приборов и проведении замеров необходимо предохранять их от резких толчков, аккуратно обращаться с фотоэлементами и насадками – светофильтрами.

4. Указания по технике безопасности

1. В лаборатории соблюдать образцовую дисциплину, содержать рабочее место в надлежащем санитарном состоянии.

2. В лаборатории запрещается находиться в верхней одежде, трогать и прикасаться к приборам и установкам, не предназначенным для выполнения данной работы.

3. К замерам параметров можно приступать после ознакомления с устройством, принципами действия, правилами эксплуатации приборов и проверки знаний преподавателем.

4. При проведении замеров следует бережно относиться к приборам, не допуская их резких толчков, падений, расположения вблизи включенных электроприборов и оборудования.

5. Задания

1. Произвести замеры естественного освещения в двух точках (рабочих местах) на расстоянии 1м одна от другой вдоль стены, наиболее удаленной от оконных проемов. Точки замера должны быть на высоте 0,8м от уровня пола. В каждой точке (рабочем месте) проводится по 3 замера. Одновременно замеряется наружная освещенность.

Результаты замеров заносят в таблицу 2.1.

По полученным данным определяется средняя величина освещенности данного помещения.

Таблица 2.1 – Результаты замеров естественной освещенности

Точки замера	Порядковый номер замера	Наружная освещенность		Характеристика погоды (солнечно, снег, дождь и др.)	Эскиз помещения с указанием замеров	Величина освещенности	
		По прибору	Средняя			По прибору	Средняя
1	1						
	2						
	3						
2	1						
	2						
	3						

1. По средней величине освещенности и формуле 2.1, найти фактическое значение КЕО, для 1 и 2 точки замера (для двух рабочих мест).
2. Определить нормированное значение КЕО по формуле 2.2.
3. Сравнить фактические значения КЕО с нормативными и сделать вывод о соответствии освещенности естественным светом фактической для данного помещения с нормативными значениями.

4. По фактическому и нормативному значениям КЕО и формуле 2.3 произвести расчет площади световых проемов с использованием табличных данных (приложение А).

Результаты расчетов заносят в таблицы 2.2 и 2.3.

Таблица 2.2 – Результаты расчетов площади световых проемов

S_{Π}	S_0^H	τ_0	r_1	e_{Φ}	e_N	S_0^{Φ}	h_0

Таблица 2.3 – Выводы о соответствии естественной освещенности

N п/п	Наименование показателя	Величина показателя	Выводы
1	2	3	4
1	Средняя величина естественной освещенности		
2	КЕО фактический		
3	КЕО нормативный		
Окончание таблицы 2.3			
1	2	3	4
4	Фактическая площадь световых проемов		
5	Расчетная площадь световых проемов (при $КЕО=e_N$)		
6	Расчетная площадь световых проемов (при $КЕО=e_{\Phi}$)		

6 Содержание отчета

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Краткий конспект теоретического материала
4. Результаты измерений и расчетов (таблицы 2.1, 2.2, 2.3);
5. Выводы.

7. Контрольные вопросы и тестовые задания

Контрольные вопросы

Базовый уровень

1. Значение производственного освещения для улучшения условий труда и его безопасности.
2. Особенности и виды естественного освещения.
3. Критерий оценки естественного освещения.
4. Что такое «характерный разрез помещения»?
5. Нормирование естественного освещения.

Повышенный уровень

6. *В чем состоит расчет естественного освещения?*
7. *Приборы для измерения естественного освещения, их устройство и принцип действия.*
8. *Как правильно пользоваться люксметром Ю-116?*
9. *Методика проведения измерений естественного освещения в учебном помещении.*

Лабораторная работа 5

Тема: «Исследование параметров искусственного освещения»

Цель работы: формирование компетентности для оценки эффективности и качества искусственного освещения

2. Теоретическое обоснование

Искусственное освещение (ИО) предусматривают на строительных площадках для проведения работ в ночное время, в помещениях при недостатке естественного света, а также для освещения помещения в часы суток, когда естественное освещение отсутствует.

В зависимости от расположения осветительных приборов применяют равномерное или локализованное.

Общее равномерное освещение на строительных площадках должно иметь **освещенность не менее 2 лк**.

Общее локализованное освещение создают в дополнение к общему равномерному, если требуется рабочее освещение больше **2 лк**.

Нормы освещенности участков строительных площадок и работ приведены в таблице 2 (Приложение А). При этом для участков, на которых временное пребывание людей, уровни освещенности снижают до **0,5 лк**.

По функциональному назначению выделяют следующие виды искусственного освещения:

рабочее – предусматривают для всех помещений производственных зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта;

аварийное освещение безопасности – освещение для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения. Аварийное освещение создают в местах производства работ по бетонированию особенно ответственных конструкций, в тех случаях, когда перерыв в укладке бетона недопустим. В этом случае освещенность должна быть **3 лк**, а на участке бетонирования массивов – **1 лк**;

аварийное эвакуационное освещение – предусматривают для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении нормального освещения. На строительных площадках эвакуационное освещение предусматривают в местах основных путей эвакуации, а также проходов, связанных с опасностью травматизма. Тогда освещенность внутри строящего здания должна быть **0,5 лк**, вне **0,2 лк**;

охранное – устраивают вдоль границ территории, охраняемой в ночное время. Оно должно обеспечивать освещенность не менее **0,5 лк** на уровне земли;

Охранное освещение строительных площадок устраивают путем выделения из рабочего освещения части светильников, обеспечивающих горизонтальную освещенность на уровне земли или вертикальную на плоскости ограждения, равную **0,5 лк**.

дежурное– освещение в нерабочее время.

По принципу локализации выделяют следующие системы искусственного освещения:

общее – для освещения всего помещения. Оно делится на общее равномерное (создает условия для выполнения работ в любом месте освещаемого пространства) и общее локализованное (создает повышенную освещенность на рабочих местах за счет размещения светильников в соответствии с расположением оборудования);

местное – предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности даже на прилегающих к ним участкам. Запрещается применение только местного освещения в производственных помещениях. Это связано с тем, что резкий контраст между ярко освещенными и неосвещенными местами утомляет зрение, замедляет скорость работы и нередко является причиной несчастных случаев;

комбинированное – целесообразно устраивать при работах высокой точности, а также при необходимости создания в процессе работы определенной направленности светового потока.

Источниками света при искусственном освещении являются газоразрядные лампы и лампы накаливания.

На строительных площадках в соответствии с ГОСТ 12.1.046-85 в качестве осветительных приборов применяют **прожекторы и светильники**.

Прожекторы– световые приборы дальнего действия, перераспределяют свет ИС внутри малых телесных углов. Они обеспечивают равномерное освещение больших площадей с относительно малой горизонтальной освещенностью и локальное освещение ограниченных участков работ с большой освещенностью. Применение их на строительных площадках имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с освещением светильниками.

На строительных площадках **светильники** применяют при производстве работ внутри строящихся зданий.

Газоразрядные лампы (ГЛ) делят на лампы низкого (люминесцентные) (ЛЛ) и высокого давления.

Достоинства газоразрядных ламп – долговечность (срок службы свыше 10000 часов), экономичность, малая себестоимость изготовления, благоприятный спектр излучения, обеспечивающий высокое качество цветопередачи, низкая температура поверхности. Светоотдача этих ламп колеблется в пределах от 30 до 105 лм/Вт, что в несколько раз превышает светоотдачу ламп накаливания.

Нормирование рабочего освещения производится согласно СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Регламентируются значения освещенности, коэффициента пульсации освещения и показателя ослепленности в зависимости от:

- разряда и подразряда зрительных работ;
- типа освещения;

вида источника света;

особенностей работ, выполняемых в помещении.

Выделяют VIII разрядов и 4 подразряда (а, б, в, г) зрительных работ. Критерий для деления работ на разряды – наименьший размер объекта различения.

Критерий для деления на подразряды – контраст объекта с фоном (малый, средний, большой), характеристика фона (темный, средний, светлый).

Величина освещенности устанавливается для двух типов искусственного освещения – общего освещения и комбинированного освещения.

Нормы устанавливаются для газоразрядных источников света. При использовании ламп накаливания следует снижать значения освещенности, принимаемое по таблицам, на несколько ступеней по шкале освещенности.

Нормируемые значения освещенности следует увеличивать по шкале освещенности по ряду оснований: при повышенной опасности травматизма, при специальных повышенных санитарных требованиях, при отсутствии в помещении естественного света и др.

Освещенность (E) – поверхностная плотность светового потока
Единица измерения – люкс (лк).

$$E = \frac{dF}{dS}, \quad (3.1)$$

где dF – световой поток (лм);

dS – освещаемая площадь, м².

Важным фактором, характеризующим качество освещения, является коэффициент пульсации освещенности (K_p). Его значение равно

$$K_p = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2 * E_{\text{ср}}} * 100, \% \quad (3.2)$$

где $E_{\max}$ – максимально значение пульсирующей освещенности на рабочей поверхности;

$E_{мин}$ – минимальное значение пульсирующей освещенности;

$E_{ср}$ – среднее значение освещенности.

Показатель ослепленности (P)– критерий оценки слепящего действия осветительной установки, определяемый выражением

$$P = (s - 1) * 10^3, \quad (3.3)$$

где s – коэффициент ослепленности

$$s = \frac{(\Delta B_{нор})_s}{\Delta B_{нор}}, \quad (3.4)$$

где $\Delta B_{нор}$ – пороговая разность яркости объекта и фона при обнаружении объекта на фоне равномерной яркости;

$(\Delta B_{нор})_s$ – то же при наличии в поле зрения блеского (яркого) источника света.

На освещенность рабочих поверхностей в производственном помещении оказывают влияние отражение и поглощение света стенами, потолком и другими поверхностями, расстояние от светильника до рабочей поверхности, состояние излучающей поверхности, наличие рассеивателя света и т.д. Вследствие этого используется лишь часть светового потока, излучаемого источником света. Для характеристики эффективности использования источников света введено понятие коэффициента использования светового потока или коэффициента использования осветительной установки (η).

Осветительная установка состоит из светильника и источника света.

Осветительный прибор ближнего действия называется светильником, дальнего действия – прожектором.

Светильники делят на пять классов по светораспределению: прямого, преимущественного прямого, рассеянного, преимущественно отраженного и отраженного света.

Светильники прямого света, направляют в нижнюю полусферу не менее 80% светового потока. К ним относят «Универсаль», «Глубокоизлучатель», «Широкоизлучатель», «Альфа» и др.

Светильники рассеянного света направляют в нижнюю полусферу не менее 40-60% светового потока.

Во взрывоопасных помещениях устанавливают взрывозащитные светильники ВЗГ-300, ВЗГ-200, ВЗГ-100 и др.

Для освещенности производственных помещений люминесцентными лампами часто применяют многоламповые светильники. В помещениях с небольшой запыленностью и нормальной влажностью применяют светильники типа ОД (открытого дневного света). В помещениях с большим содержанием влаги и пыли – пылевлагозащитные типа ПВЛ-1, ПВЛ-6 и др.

3. Оборудование и материалы

Для измерения освещенности используют прибор люксметр типа Ю-116. Описание измерительного прибора приведено в лабораторной работе №2 п.3.

4. Указания по технике безопасности

1. В лаборатории соблюдать образцовую дисциплину, содержать рабочее место в надлежащем санитарном состоянии.

2. В лаборатории запрещается находиться в верхней одежде, трогать и прикасаться к приборам и установкам, не предназначенным для выполнения данной работы.

3. К замерам параметров можно приступать после ознакомления с устройством, принципами действия, правилами эксплуатации приборов и проверки знаний преподавателем.

4. При проведении замеров следует бережно относиться к приборам, не допуская их резких толчков, падений, расположения вблизи включенных электроприборов и оборудования.

5. Задания

Порядок выполнения работы

1. Измерить искусственное освещение при включенных лампах в пяти точках вдоль середины помещения, на высоте 0,8 м от уровня пола, на горизонтальной поверхности. В каждой точке провести 3 измерения. После этого лампы выключить и произвести измерение естественного освещения (если измерения осуществляют в светлое время суток) в тех же точках. Вычитая из полученных значений совмещенного освещения освещенность естественным светом, получим освещенность искусственным светом.

2. Сравнить полученные результаты с нормативными по СНиП 23-05-95. Исходя из условий зрительной работы, характеризуемых ППразрядом зрительной работы и подразрядом «В», сделать вывод о соответствии освещенности в помещении санитарным нормам.

Результаты эксперимента представить в виде таблицы (таблица 3.1).

3. Определить зависимость освещенности от расстояния до светильника и построить график $E = f(H)$. Для этого включить светильник, и определить освещенность на высоте от него 1 м, 2 м, 3 м, 4 м.

Результаты эксперимента представить в виде таблицы (таблица 3.2).

Таблица 3.1 – Результаты эксперимента

№ точки	Есовм	Еест	Еискусств.	Еискусств ср.
1				
2				
3				

4				
5				

Таблица 3.2 – Результаты эксперимента

Н, м	1	2	3	4
Е лк				

4. Определить освещенность рабочей поверхности в зависимости от угла наклона лучей, падающих на эту поверхность. Располагать фотоэлемент соответственно под углами 0° , 30° , 45° , 60° и 90° к источнику света и измерить освещенность. Построить график зависимости освещенности от угла наклона фотоэлемента $E = f(\varphi)$.

Результаты эксперимента представить в виде таблицы (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Результаты эксперимента

$\varphi, ^\circ$	0	30	45	60	90
Е, лк					

5. Произвести расчет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока.

Наиболее распространенный метод расчета искусственного освещения – метод коэффициента использования светового потока.

Количество светильников для освещения помещения определяется по формуле

$$N = \frac{E_n * K * S * Z}{\Phi * \eta}, \quad (3.5)$$

где E_n – нормируемая освещенность, лк, принятая по СНиП 23-05-95 (таблица 1 приложения А), на строительной площадке (таблица 2 приложения А);

K – коэффициент запаса освещенности (таблица 6 приложения А);

S – площадь освещаемого помещения, м²;

Z – коэффициент неравномерности освещения, для газоразрядных ламп его принимают равным 1,1, для ламп накаливания – 1,15;

Φ – световой поток лампы, лм (таблица 3,4,5 приложения А);

η – коэффициент использования светового потока отношением светового потока падающей на расчетную поверхность к световому потоку, испускающему лампами (таблицы 9,10,11,12 приложения А).

Коэффициент использования светового потока зависит от типа светильника, индекса помещения, коэффициентов отражения потолка, стен и др. поверхностей.

Индекс помещения определяется по формуле

$$I = \frac{A * B}{H_p * (A + B)}, \quad (3.6)$$

где I – индекс помещения;

A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м;

H_p – расчетная высота подвеса светильника

$$H_p = H - H_{pn} - H_c, \quad (3.7)$$

где H – высота помещения, м;

H_{pn} – высота рабочей поверхности, м;

H_c – высота свеса светильника, м.

Коэффициенты отражения стен и потолка в зависимости от характера отражающей поверхности рекомендуется принимать:

Побеленный потолок, побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами – 70%.

Побеленные стены при незанавешенных окнах, побеленный потолок в сырых помещениях, чистый бетонный и светлый деревянный потолки – 50%.

Бетонный потолок в запыленных помещениях, деревянный потолок, бетонные стены с окнами, стены, оклеенные светлыми обоями – 30%.

Стены и потолки в помещениях с большим количеством пыли, сплошное остекление без штор, красный неоштукатуренный кирпич, стены с темными обоями – 30%.

Стены, окрашенные масляной краской светлых тонов – 30%.

Стены, покрытые на высоту 1,8 м глазурованной плиткой – 50–70%.

Светильники с лампами накаливания обычно размещают по углам квадрата и прямоугольника или в шахматном порядке, с целью получения равномерного освещения помещения. Светильники с люминесцентными лампами - рядами, часто непрерывными.

При размещении светильников с лампами накаливания необходимо соблюдать следующие условия:

Расстояние между светильниками не должно превышать двух высот его подвеса.

Расстояние от стен помещения до первого ряда светильников принимается:

-при наличии рабочих мест у стен помещения от 0 до 0,25 высоты подвески светильника;

-при отсутствии рабочих мест у стен помещения – 0,5 высоты подвески.

Расстояние между светильниками по длине и ширине помещения по возможности должны быть одинаковыми (разница не более 0,5 м).

Основные характеристики светильников приведены в таблицах 7,8 приложения А.

6. Дать графическую интерпретацию зависимости освещенности от расстояния до светильников и зависимости освещенности от угла наклона фотозлемента люксметра к направлению светового потока, $E = f(H)$; $E = f(\varphi)$.

7. Начертить на основании расчета искусственного освещения схему расположения светильников (схему выполнить в масштабе).

8. Выводы.

6. Содержание отчета

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Краткий конспект теоретического материала
4. Результаты измерений и расчетов
5. Графическая интерпретация результатов исследования
6. План помещения с расположением светильников
7. Выводы

7. Контрольные вопросы и тестовые задания

Контрольные вопросы

Базовый уровень

1. Количественные и качественные показатели, характеризующие искусственное освещение.
2. Системы освещения, применяемые на производстве.
3. Виды производственного освещения.
4. Методы расчета искусственного освещения, их сущность.
5. Параметры работы, которые определяют нормируемое значение освещенности на рабочем месте.

Повышенный уровень

6. Достоинства и недостатки применяемых для освещения источников света.

7. Виды и классификация светильников.

8. Особенности организации освещения на производстве.

Лабораторная работа 6

Тема: «Исследование эффективности методов и средств защиты от шума на производстве и в селитебных зонах»

1. Цель работы

Цель работы: формирование компетентности для оценки производственных шумов на предмет соответствия их нормативным требованиям, использованию звукоизоляции и звукопоглощения для снижения шума.

2. Теоретическое обоснование

Строительство, наряду с автомобильным и железнодорожным транспортом, промпредприятиями, коммунальными машинами, является заметным источником шума в городах, вызывающим многочисленные жалобы населения.

Шум – один из видов звука. В промышленной акустике под термином «шум» понимают любой нежелательный в данных условиях звуковой процесс, т.е. всякий меняющийся и раздражающий звук является шумом.

Шум стройплощадок зависит от вида строительства, состава строительного комплекса и расстояния от строительной площадки до близрасположенной жилой застройки.

Физическая природа шума обусловлена колебательными движениями частиц упругой среды, распространяющимися в виде волн.

Упругие колебания в частотном диапазоне 20-20000 Гц, воспринимаемые ухом и распространяющиеся в окружающей среде называются **звуком**.

Звуковые волны возникают при нарушении стационарного состояния среды вследствие наличия в ней какого-либо возмущающего воздействия.

Звуковая волна характеризуется следующими параметрами: звуковым давлением, длиной волны, частотой, амплитудой колебания и скоростью звука.

Звуковое давление P в некоторой точке пространства – это разность между мгновенным значением полного давления в этой точке и средним давлением, которое наблюдается в невозмущенной среде. Единица измерения давления – паскаль (Па). Динамический диапазон восприятия по звуковому давлению $2 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^2$ Па.

Длина волны λ – это расстояние, измеренное вдоль направления распространения, между ближайшими точками звукового поля, в которых фазы колебаний одинаковые.

Частота f – число колебаний в единицу времени, Гц; а время, в течение которого совершается полное колебание, – период T , с.

Скорость звука c связана с длиной волны и частотой следующей зависимостью

$$c = \lambda * f, \quad (6.1)$$

где c – скорость звука, м/с;

λ – длина волны, м;

f – частота колебаний, Гц.

Под **интенсивностью звука (шума)** понимают количество звуковой энергии, проходящей через площадь 1 м^2 , расположенную перпендикулярно направлению распространения звуковой волны, Вт/м². Динамический диапазон восприятия составляет $10^{-12} - 10^2$ Вт/м².

Соотношение между интенсивностью звука и давлением звука P имеет вид

$$I = \frac{P^2}{\rho * c}, \quad (6.2)$$

где P – звуковое давление, Па;

ρ – плотность среды, кг/м³;

c – скорость звука, м/с.

Характерной особенностью абсолютных значений звукового давления, интенсивности звука является большой диапазон, в пределах которого они могут изменяться. Поэтому для удобства вычислений принято оценивать звуковое давление или интенсивность звука не в абсолютных, а в относительных единицах (белах, децибелах) по отношению к пороговым значениям. Измеренные таким образом величины называются уровнями.

Бел B – это десятичный логарифм отношения интенсивности звука в данной точке к пороговому значению.

$$Бел = \lg \frac{I}{I_0}, \quad (6.3)$$

где I – интенсивность звука в данной точке, Вт/м²;

I_0 – пороговое значение уровня интенсивности, $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м².

Ухо человека способно фиксировать изменение силы звука на 0,1 Б, и эта величина получила название децибел, дБ.

Тогда уровни интенсивности или звукового давления L , дБ, определяются по формуле

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (6.4)$$

где P_0 – пороговое значение звукового давления, $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Шумы принято классифицировать по их спектральным и временным характеристикам.

Уровни шума на рабочих местах и на территории промышленных предприятий и селитебной территории городов и других населенных пунктов регламентируются нормативными документами: ГОСТ 12.1.003-83 (89) "ССБТ. Шум. Общие требования безопасности" и СНиП II-12-77 "Защита от шума", СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и СНиП 23-03-2003.

Для шума существуют два подхода **к нормированию**.

Первый подход.

Основной нормируемой характеристикой **постоянного шума** в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83 (89) являются **уровни звукового давления** в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. При этом шум не должен превышать допустимых уровней L_n , дБ.

Среднегеометрическая частота определяется по формуле

$$f = \sqrt{f_1 * f_2} \quad (6.5)$$

При анализе шума весь диапазон частот разбивают на отдельные полосы.

Октавная полоса – это полоса частот, в которой верхняя граничная частота f_v в 2 раза больше нижней f_n . В зависимости от частоты характер шума может быть низко-, средним и высокочастотным.

Второй подход

Использование эквивалентного уровня звука L_A , дБА. Согласно СНиП 23 – 03 – 2003 характеристикой **непостоянного шума** является эквивалентный уровень звука, измеряемый по характеристике "А" шумомера ($L_{экв}$, дБА).

Уровень звука связан с соответствующим предельным спектром зависимостью

$$L = PC + 5 \quad (6.6)$$

Так, например, в жилых комнатах в дневное время шум должен соответствовать PC-35 и $L_A = 40$ дБА, а в ночное время — PC-25 и $L_A = 30$ дБА.

СНиП II-12-77 устанавливает предельно допустимые уровни звукового давления для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам (в 2-х м от ограждающих конструкций). Для территории жилой застройки принято нормативное значение $L_{экв} = 55$ дБА (норма для дневного времени, так как в ночное время строительные работы не должны проводить). Согласно

этому документу также установлены максимальные значения (L_{max}) уровней звука, равные **70 дБА**.

Шум строительной площадки, в силу выполняемых технологических операций, является **непостоянным**.

Внешний шум строительных машин и механизмов лежит в достаточно широком диапазоне 72...100 дБА.

Источником шума до 80 дБА являются машины без шумовиброактивных рабочих органов (скреперы, бульдозеры, экскаваторы, погрузчики и др.), шума свыше 80 дБА – машины с гусеничным двигателем (гусеничные бульдозеры), а также машины с виброактивным рабочим органом (виброкатки) или рабочие органы ударного действия (сваебойные машины).

В составе небольшого строительного комплекса шум строительной площадки определяется шумом наиболее шумной машины или агрегата, но при большом количестве машин и механизмов процессы шумообразования носят более сложный характер.

Значения нормируемых уровней звука на рабочих местах зависят от тяжести и напряженности труда (таблица 4.1). Для тонального и импульсного шума допустимые уровни звука принимаются на 5 дБА ниже значений, указанных в таблице. Это же относится и к помещениям, оборудованным системами вентиляции, кондиционирования воздуха и воздушного отопления, и при этом поправку на тональность шума не учитывают.

Таблица 6.1 – Предельно допустимые уровни звука, дБА, на рабочих местах с разными категориями тяжести труда

Категория тяжести труда	Степень напряженности труда			
	Легкая	Средняя	Первая	Вторая
Легкая и средняя	80	70	60	50
Тяжелая	75	65	—	—

Из данных таблицы 4.1 следует, что уровни звука на рабочих местах в любом случае не должны превышать 80 дБА. И это одна из самых жестких норм шума на рабочих местах, действующих в мире.

ГОСТ 12.1.029-80 "Средства и методы защиты от шума. Классификация" дает определение и общую классификацию методов и способов защиты.

Так, средства защиты от шума по отношению к источнику подразделяются на методы, снижающие шум **в источнике его возникновения**, и средства, снижающие шум **на пути его распространения** от источника до защищаемого объекта.

Перечень мер по снижению шума от стройплощадок сводится к следующим основным:

замена шумных технологий (или строительных машин) малошумными. Эта мера дает эффект от 5 до 20 дБА (например, внешний шум большинства зарубежных строительных машин на 5...8 дБА ниже отечественных);

расположение строительных площадок вдали от жилой застройки. Здесь можно считать, что при каждом удвоении расстояния шум снижается на 4...8 дБА, но эта мера ограничена выбором практически реализуемых схем строительства;

наличие зеленых насаждений между стройплощадкой и жилой застройкой; эта мера носит паллиативный характер, так как на практике снижение шума в большинстве случаев не превышают 3...7 дБА;

специальное шумозащитное остекление фасадов домов, расположенных вблизи строительной площадки. Эта мера, в силу имеющегося в нормативном документе указания, составляет во всех случаях 10 дБА;

установка на границах стройплощадки, обращенных к жилой застройке, специально спроектированных акустических экранов. Правильно спроектированные акустические экраны, например высотой 3...4 м и необходимой длины, могут обеспечивать эффективность до 10...15 дБА.

Наиболее распространенными способами защиты от шума являются методы, основанные на поглощении и отражении звука, которые рассматриваются в данной лабораторной работе.

Звукоизоляция – создание герметичной преграды на пути распространения воздушного шума и отражение ею части падающих звуковых волн.

Основными характеристиками звукоизолирующей способности являются коэффициент звукопроницания и коэффициент звукоизоляции.

Коэффициент прохождения (коэффициент звукопроницания) τ – отношение интенсивности прошедшей через преграду звуковой энергии J_{np} к падающей J_{nad}

$$\tau = \frac{J_{np}}{J_{nad}} \quad (6.7)$$

где J_{np} – поглощенная материалом или преградой звуковая энергия;

J_{nad} – интенсивность падающей звуковой энергии.

Коэффициент звукоизоляции γ – отношение падающей звуковой энергии интенсивности J_{nad} к прошедшей через преграду J_{np}

$$\gamma = \frac{J_{nad}}{J_{np}} \quad (6.8)$$

Чем меньше коэффициент прохождения (τ), тем больше ослабление звука преградой, то есть лучше ее звукоизоляционные свойства. Звукоизоляция конструкции R , дБ, оценивается через десятичный логарифм коэффициента звукоизоляции или отношения интенсивностей падающего и прошедшего звука

$$R = 10 \lg \gamma = 10 \lg \frac{1}{\tau} = 10 \lg \frac{J_{nad}}{J_{np}} \quad (6.9)$$

Ограждающие конструкции помещений принято подразделять на однослойные, которые колеблются как одно целое, и многослойные, колеблющиеся с различными амплитудами, характерными для каждого слоя.

Однослойные ограждения состоят из одного слоя строительного материала или нескольких слоев разнородных материалов, родственных по физико-техническим свойствам, и жестко связанных по всей поверхности.

Звукоизоляция однослойной перегородки может быть определена по формуле

$$DL = 20 \lg(m * f) - 47,5, \quad (6.10)$$

где m – поверхностная масса перегородки, кг/м². $m = r * h$;

r – плотность материала перегородки, кг/м³;

h – толщина перегородки, м);

f – частота звука, Гц.

Как видно из формулы (4.10), звукоизоляция перегородки тем больше, чем она тяжелее (изготовлена из более плотного материала, толще) и чем выше частота звука.

Перегородки и акустические экраны для защиты жилой застройки от шума строительства выполняют из бетона, кирпича, асбоцемента и т. п.

Для улучшения звукоизоляции ограждения без увеличения их веса в строительной практике применяют двойные ограждения, соединенные упругими связями. Такие ограждения целесообразно применять тогда, когда частота их собственных колебаний лежит ниже 100 Гц, а стенки имеют различные жесткости при изгибе.

Многослойные ограждения представляют собой конструкции, в которых между слоями твердого материала находятся слои мягкого изолирующего материала или воздушные промежутки. В этих конструкциях жесткая связь между слоями отсутствует.

Звукопоглощение – это уменьшение энергии звуковых волн, отраженных от поверхностей, встречающихся на их пути, за счет превращения звуковой энергии в узких каналах и порах материалов в другие виды энергии, преимущественно тепловую и трения.

Для характеристики звукопоглощающей способности используют коэффициент звукопоглощения, который определяется по формуле

$$\alpha = \frac{J_{\text{погл}}}{J_{\text{пад}}} \quad (6.11)$$

где $J_{\text{погл}}$ – поглощенная материалом или преградой звуковая энергия;

$J_{\text{пад}}$ – интенсивность падающей звуковой энергии.

Материал считается звукопоглощающим, если коэффициент звукопоглощения больше 0,3 на частоте 1000 Гц.

Конструктивно звукопоглощение выполняют в виде облицовок поверхностей помещений, объемных звукопоглотителей, внутренней облицовки кожухов оборудования.

3. Оборудование и материалы

Лабораторный стенд имеет вид макета производственных помещений, одно из которых имитирует производственный участок (А), а второе – конструкторское бюро (Б) (рисунок 6.1).

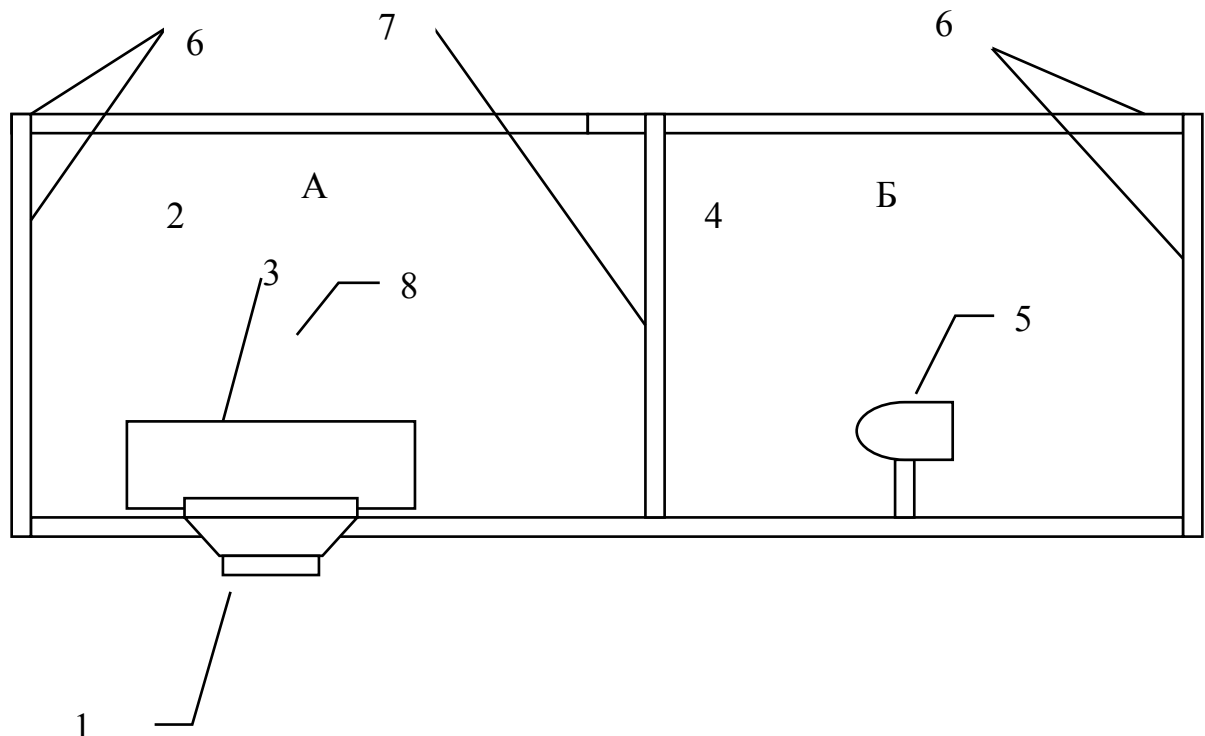


Рисунок 6.1 – Схема лабораторного стенда

л» левой

камеры (2) и защищен решеткой (3).

В левой камере (А) размещены макеты заводского оборудования.

В правой камере (Б) размещены макеты конструкторского бюро. На подставке установлен микрофон (5) из комплекта ВШВ-003.

Обе камеры могут накрываться звукопоглощающим коробом (6) . Они снабжены осветительными лампами. Тумблеры для включения ламп находятся на передней стенке стенда.

Передняя стенка стенда имеет два смотровых окна. Внутри на передней и задней стенках имеются направляющие, при помощи которых устанавливается съемная звукоизолирующая перегородка (7). Она обеспечивает изоляцию правой и левой камер друг от друга.

Решетка громкоговорителя во время проведения лабораторной работы может быть закрыта звукоизолирующим кожухом (8).

На крышке кожуха (8) закреплена ось, на которую может навинчиваться груз для исключения щелей в местах контакта кожуха с решеткой громкоговорителя.

Для возбуждения громкоговорителя используется функциональный генератор типа ГФ-1.

Все измерения проводят с помощью шумомера ВШВ-003.

4. Указания по технике безопасности

1. К работе допускаются студенты, ознакомленные с устройством лабораторной установки, принципом действия и мерами безопасности при проведении лабораторной работы.

2. После проведения лабораторной работы отключить электропитание стенда.

5. Задания

1. Подключить стенд к электросети. С помощью тумблеров включить освещение внутри стенда.

2. Снять со стенда все средства звукоизоляции и звукопоглощения – звукопоглощающий кожух, звукоизолирующие перегородки звукоизолирующий кожух.

3. Установить микрофон из комплекта ВШВ-003 на подставке в правой камере стенда.

4. Подключить к стенду генератор сигналов ГФ-1. Установить такую амплитуду синусоидального сигнала, при которой уровень звукового давления на частоте 250 Гц, измеренный шумомером ВШВ-003, находился бы в пределах от 90 до 100 дБ.

5. С помощью шумомера ВШВ-003 измерить уровень звукового давления L_i на частотах 31,5 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Результаты измерений занести в таблицу 4.2.

6. Установить звукоизолирующую перегородку (ДВП, ДСП) . Повторить измерения уровня звукового давления $L_{з.и}$ на тех же частотах. Результаты измерений занести в таблицу 6.2

Таблица 6.2 – Результаты измерений

Измеряемый показатель	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_i									
$L_{з.и}$									

7. Отключить генератор и шумомер от сети. Выключить освещение помещений, отключить макет от электросети.

8. Сравнить результаты замеров уровней звукового давления (таблица 4.1) с допустимыми значения $L_{дон}$ по СН 3223 – 85 (таблица приложения А) в виде графической интерпретации результатов (рис. 4.2)

9. Вычислить эффективность Ξ звукоизолирующей перегородки

$$\Xi = \frac{L_I - L_{з.и}}{L_I} 100\% \quad (6.15)$$

дБ							
100							
90							
80							
70							
60							
50							
40							
30							
20							
10							
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000 f, Гц

Рисунок 6.2 – Уровни звукового давления

10 Построить графическую интерпретацию зависимости эффективности звукоизолирующей перегородки от частоты (рисунок 4.3)

Э, %							
100							
90							
80							
70							
60							
50							
40							
30							
20							
10							
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000 f, Гц

Рисунок 6.3 – Эффективность установки звукоизолирующей перегородки

11. Установить звукопоглощающий кожух. Повторить измерения уровня звукового давления $L_{з.п}$ на тех же частотах. Результаты измерений занести в таблицу 4.2. Провести оценку эффективности звукопоглощения.

8. Контрольные вопросы

1. Какие колебания называют акустическими?
2. Какими параметрами характеризуются акустические колебания?
3. Что такое звуковое давление? Назовите единицу измерения звукового давления.
4. Что такое интенсивность звука? Назовите единицу измерения интенсивности звука.
5. По каким признакам можно классифицировать шум?
6. Как классифицируется шум по происхождению? Приведите примеры.
7. Какой шум считается постоянным? Какой непостоянным?
8. Для чего введены логарифмические уровни звукового давления и интенсивности звука? Приведите расчетные формулы.
9. Дайте определение инфразвука. Охарактеризуйте источники.
10. Каким образом инфразвук воздействует на организм человека?
11. Дайте определение ультразвука. Охарактеризуйте источники.
12. Каким образом нормируется звук?
13. Каким образом нормируется ультразвук?
14. Каким образом нормируется инфразвук?
15. Каким образом ультразвук воздействует на организм человека?
16. Перечислите коллективные средства защиты от шума, используемые в источнике шума и на пути его распространения

17. Какие средства защиты от шума относятся к акустическим, архитектурно-планировочным и организационно-техническим?
18. Что такое звукоизоляция? Какие технические средства применяются для звукоизоляции?
19. Поясните недостатки звукоизоляции.
20. Каким образом оценивается эффективность звукоизоляции?
21. Какова последовательность акустического расчета? Для чего он применяется?
22. Поясните сущность мероприятий по изменению направленности звука. Приведите примеры.
23. Что такое звукопоглощение? Какие технические средства применяются для звукопоглощения?
24. Какие материалы применяются в качестве звукопоглощающих.
25. Какими индивидуальными средствами защиты от шума может воспользоваться оператор?
26. Какие нарушения в организме могут вызываться вибрациями?
27. В чем проявляется негативное воздействие шума на организм человека?

9. Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. ГОСТ 12.1.003 – 2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [Текст]. Введ. 2014 – 29–129. – М. :Стандартинформ, 2015.
2. СП 51.13330.2011 *Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003* [Текст]. Введ. 2011-05-20. – М. :Стандартинформ, 2013.
3. . Безопасность жизнедеятельности для студентов направлений подготовки техника и технологии : учебник / А.Ю. Даржания, Е.Р. [и др.] ; ФГАОУ ВПО Сев.-Кав. федер. ун-т. – Ставрополь : СКФУ, 2015. – 603 с.

10. Приложение

Нормативные значения уровней звукового давления

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах следует принимать:

для широкополосного постоянного и непостоянного (кроме импульсного) шума — по таблице П.5;

для тонального и импульсного шума — на 5 дБ меньше значений, указанных в таблице П.5.

Таблица П.5 – Нормативные значения уровней звукового давления

Таблица 11.5 Нормативные значения уровней звукового давления											
Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Предприятия, учреждения и организации											
1 Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность:											
рабочие места в помещениях — дирекции, проектно-конструкторских бюро; расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50	
2 Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность,											

измерительные и аналитические работы в лаборатории:										
рабочие места в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, лабораториях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3 Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами, работа, требующая постоянного слухового контроля, операторская работа по точному графику с инструкцией, диспетчерская работа:										
рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, машинописных бюро, на участках точной сборки, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4 Работа, требующая сосредоточенности, работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами:										
рабочие места за пультами в кабинах наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону; в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, в помещениях для размещения шумных	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

агрегатов вычислительных машин										
5 Выполнение всех видов работ (за исключением перечисленных в пп. 1—4 и аналогичных им) на , , , постоянных рабочих , , местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Подвижной состав железнодорожного транспорта										
6 Рабочие места в кабинах машинистов тепловозов, электровозов, поездов метрополитена, дизель-поездов и автомотрис	99	95	87	82	78	75	73	71	69	80
7 Рабочие места в кабинах машинистов скоростных и пригородных электропоездов	99	91	83	77	73	70	68	66	64	75
8 Помещения для персонала вагонов поездов дальнего следования, служебных отделений рефрижераторных секций, вагонов электростанций, помещений для отдыха в багажных и почтовых отделениях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
9 Служебные помещения багажных и почтовых вагонов, вагонов-ресторанов	96	87	79	72	68	65	63	61	59	70
Морские, речные, рыбопромысловые и др. суда										
10 Рабочая зона в помещениях энергетического отделения морских судов с постоянной вахтой (помещения, в которых установлена главная энергетическая установка, котлы, двигатели и механизмы, вырабатывающие энергию и обеспечивающие работу различных систем и устройств)	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
11 Рабочие зоны в центральных постах	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

управления (ЦПУ) морских судов (звукоизолированные), помещениях, выделенных из энергетического отделения, в которых установлены контрольные приборы, средства индикации, органы управления главной энергетической установкой и вспомогательными механизмами										
12 Рабочие зоны в служебных помещениях морских судов (рулевые, штурманские, багермейстерские рубки, радиорубки и др.)	89	75	66	59	54	50	47	45	44	55
13 Производственно-технологические помещения на судах рыбной промышленности (помещения для переработки объектов промысла рыбы, морепродуктов и пр.)	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Тракторы, самоходные шасси, самоходные, прицепные и навесные сельскохозяйственные машины, строительно-дорожные, землеройно-транспортные, мелиоративные и другие аналогичные виды машин										
14 Рабочие места и водителей обслуживающего персонала автомобилей	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70
15 Рабочие места и водителей обслуживающего персонала (пассажиров) легковых автомобилей	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
16 Рабочие места и водителей обслуживающего персонала тракторов самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и других аналогичных машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
17 Рабочие места в кабинах и салонах самолетов и вертолетов	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Лабораторная работа 7

Тема: «Исследование эффективности применения звукопоглощающих облицовок»

1. Цель работы

Освоить навыки экспериментального исследования звукопоглощающих облицовок

2. Теоретическая часть

В производственных помещениях уровень звука существенно повышается из-за отражения шума от строительных конструкций и оборудования. Поэтому для снижения уровня отражённого звука применяют специальную акустическую обработку помещения с помощью звукопоглощающих облицовок и штучных звукопоглотителей (рис.6.1).

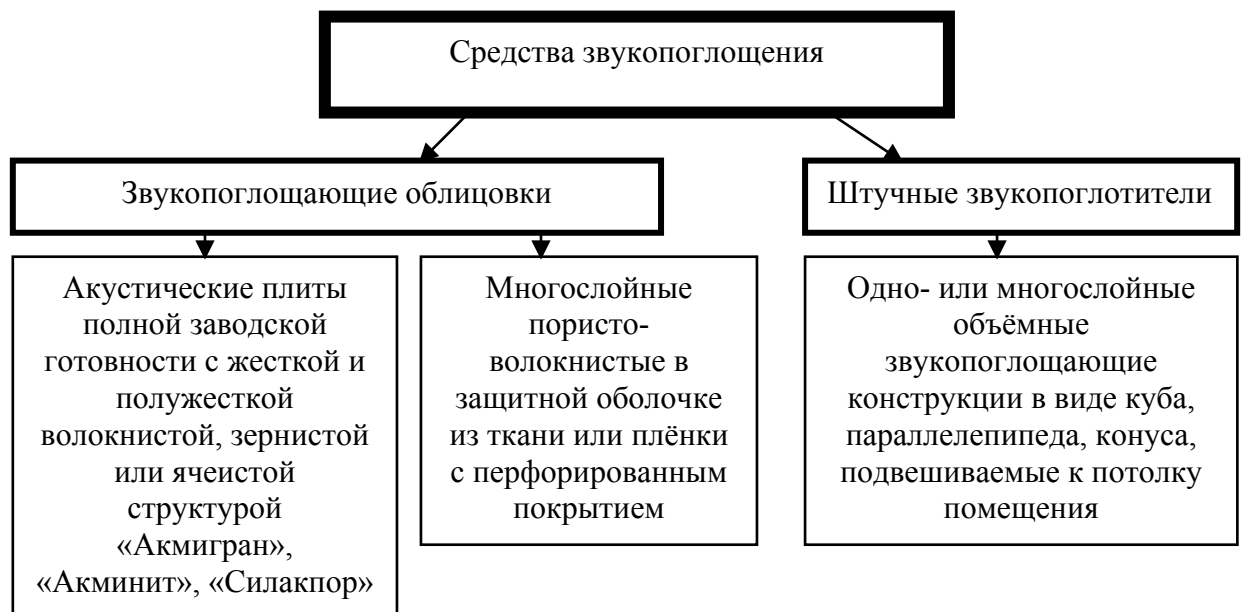


Рисунок 6.1 – Виды средств звукопоглощения

Звукопоглощающие конструкции должны применяться в качестве обязательных мероприятий по снижению шума. Звукопоглощающие

конструкции (подвесные потолки, облицовка стен, кулисные и штучные поглотители) размещают:

- на потолке;
- на верхних частях стен;
- отдельными участками – полосами;
- в углах помещения при частоте ниже 250 Гц.

Требуемую площадь звукопоглощающих облицовок определяют расчетным путем. Необходимо помнить, что в зоне прямого звука эти конструкции практически не дают снижения уровней шума, в промежуточной зоне их эффективность не превышает 3 – 5 дБ, а в зоне отраженного звука 8 – 10 дБ.

Как следует из названия этих материалов, они не отражают шум, а поглощают его. При этом колебательная энергия звуковой волны переходит в тепловую вследствие потерь на трение в звукопоглотителе.. Количественной характеристикой звукопоглощающих материалов является коэффициент звукопоглощения, который определяется выражением:

$$\alpha = \frac{E_{\text{погл}}}{E_{\text{пад}}} = 1 - \frac{E_{\text{отр}}}{E_{\text{пад}}}, \quad (6.1)$$

где $E_{\text{пад}}, E_{\text{погл}}, E_{\text{отр}}$ – соответственно падающая, поглощенная и отраженная звуковая энергия. Звукопоглощающими материалами называют те, у которых $\alpha > 0.2$.

Коэффициент звукопоглощения зависит от частоты падающих звуковых волн и от угла их падения. При использовании звукопоглощающих облицовок важен так называемый диффузный коэффициент звукопоглощения, усредненный по разнообразным углам падения звуковых волн. Обычно указывается диффузный коэффициент звукопоглощения для частот 60, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц, иногда строят частотные зависимости коэффициента звукопоглощения.

Таблица 6.1 - Примеры звукопоглощающих материалов и конструкций

Звукопоглощающ	Толщин	Значение α в октавных полосах частот

ий материал или поверхность	а, мм	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Плиты ПАО минераловатные, акустические	20	0,02	0,03	0,17	0,68	0,98	0,86	0,45	0,20
Сталь	-	0,01							
Маты из супертонкого базальтового волокна	50	0,1	0,25	0,7	0,98	1,0	1,0	1,0	0,95
Маты из отходов капронового волокна	50	0,02	0,15	0,46	0,82	0,92	0,93	0,93	0,93
Войлок строительный	25	0,05	0,15	0,22	0,54	0,63	0,57	0,52	0,45
Стеклопластик	-	0,01	0,01	0,12	0,014	0,015	0,016	0,017	0,016

Для снижения аэродинамического шума эффективно применение глушителей в каналах и воздуховодах на пути распространения шума от его источника до места всасывания или выброса газов. Глушители подразделяются на:

- абсорбционные – снижение шума происходит за счёт поглощения звуковой энергии порами звукопоглощающих материалов внутри глушителя;
- реактивными (рефлексными) – снижение шума происходит в результате отражения звука обратно к источнику;
- комбинированные – за счет способности как отражать так и поглощать звук.

Выбор типа глушителей зависит от конструкции заглушаемой установки и требуемого снижения шума.

Использование звукопоглощения для снижения шума в помещении именуется акустической обработкой помещения. С этой целью применяют:

- облицовку части внутренних поверхностей помещения звукопоглощающими материалами (рис. 6.2, а);
- размещение в помещении штучных звукопоглотителей различных конструкций, подвешиваемых на потолочные перекрытия (рис. 6.2, б)

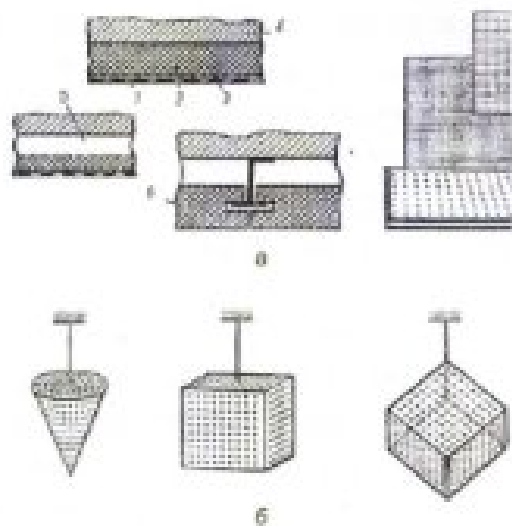


Рисунок 6.2 - Акустическая обработка помещений:

а-звукопоглощающая облицовка помещений; 1 - защитный перфорированный слой; 2 - звукопоглощающий материал; 3 - защитная стеклоткань; 4- стена или потолок; 5 - воздушный промежуток; 6 - плита из звукопоглощающего материала;

б - звукопоглотители различных конструкций;

Эффективность акустической обработки помещений невелика, поэтому ее следует сочетать с другими мерами по защите от шума.

4. Оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы применяется оборудование, описанное в лабораторной работе № 5.

5. Указания по технике безопасности

При эксплуатации оборудования необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

- К обслуживанию оборудования допускаются лица, изучившие настоящий паспорт, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.
- Перед началом эксплуатации оборудования необходимо убедиться, что оборудование находится в выключенном состоянии.

- При обнаружении любых повреждений и неисправностей оборудования, а также при появлении дыма, искрения или специфического запаха перегретой изоляции, немедленно обесточьте оборудование.
 - ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатировать неисправное оборудование.
 - ЗАПРЕЩАЕТСЯ использовать изделие и его отдельные компоненты не по назначению.
 - ЗАПРЕЩАЕТСЯ вскрывать изделие.
 - ЗАПРЕЩАЕТСЯ видоизменять принципиальную схему и общие функции работы изделия.
 - После хранения оборудования в холодном помещении или после перевозки в зимних условиях включать его в сеть можно не раньше, чем через 6 часов пребывания при комнатной температуре в распакованном виде.
 - При эксплуатации изделия необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».
 - Изделие эксплуатировать только в помещении без повышенной опасности по степени поражения электрическим током.
 - Во избежание поражения электрическим током и выхода из строя элементов изделия, при работе запрещается использовать внешние источники питания.
 - Не устанавливайте оборудование в непосредственной близости от легковоспламеняющихся и распространяющих огонь предметов.
 - Не оставляйте оборудование включенным без присмотра.
 - Не допускайте попадания жидкости внутрь оборудования.
- Во избежание поломки оборудования не прикладывайте чрезмерных усилий при манипуляциях с органами управления

6. Задания

1. Получить у преподавателя вариант задания, содержащий

характеристику производственного шума в виде совокупности уровней звукового давления на среднегеометрических частотах октавных полос (таблица 4), способ расчета звукоизоляции (таблица 5).

2. Изучить теоретический материал и конструкцию лабораторной установки.
3. Подключить установку к сети разъем «220 В».
4. Вставить измерительный микрофон в технологическое отверстие
4. Подключить измерительный микрофон к анализатору шума посредством кабеля.
5. При помощи кабеля подключить вход усилителя (разъем «ВХОД») к выходу аудиокарты ПК.
6. Перед началом измерений необходимо извлечь из установки звукопоглощающие и звукоотражающие материалы.
7. Провести измерения:
 - 7.1 Включить ПК и запустить программу «Виртуальный генератор звуковых частот».
 - 7.2 На экране измерителя "Ассистент" отобразятся измеряемые параметры (рисунок 5.4).

Рисунок 5.4 - Внешний вид панели измерения

Левая часть гистограммы до разделительной линии - графическое представление уровней звука с частотной характеристикой А и разными временными характеристиками: эквивалентный уровень звука, L_{AT} ; уровень звука с временной характеристикой «медленно», L_{AS} ; уровень звука с

временной характеристикой «быстро», L_{AF} ; уровень звука с временной характеристикой «импульс», L_{AI} . Правая часть гистограммы - графическое представление УЗД в октавных полосах 31,5 Гц — 16 кГц. Для просмотра по гистограмме используются кнопка ►. Кнопкой "ЭКРАН" можно переключить индикатор между графическим и табличным представлением результатов измерений. Полученные данные занести в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 - Результаты измерения

Вариант защиты	L_T	L_S	L_F	L_I	УЗД на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Без облицовки												
С облицовкой												
$\Delta L_{расч} = L - L_0$												

7.3 Установить поролоновые облицовки по всему объему установки.

7.4 Измерить уровни звукового давления L , дБ на всех среднегеометрических частотах октавных полос. Полученные данные занести в таблицу 6.1.

7.5 Установить звукопоглощающую облицовку. Повторить измерения. Результаты записать в таблицу 6.1.

8. Сравнить уровни звукового давления до и после постановки облицовок (Приложение П.5)

9. Построить график зависимости параметров L , дБ, L_0 от частоты f Гц. Сравнить и сделать выводы.

10. Оценить влияние звукопоглощающей облицовки.

7. Содержание отчета

1. Титульный лист;

2. Цель работы;
3. Краткий конспект теоретического материала
4. Результаты измерений и расчетов, отражающие выполнение заданий.
5. Выводы.

8. Контрольные вопросы

28. Какие колебания называют акустическими? Какими параметрами она характеризуется?
29. По каким признакам можно классифицировать шум?
30. Какие колебания называются «инфразвуком». Как он воздействует на организм человека?
31. Какие колебания называются «ультразвуком». Что является источником ультразвука. Как он воздействует на организм человека?
32. Перечислите коллективные средства защиты от шума, используемые в источнике шума и на пути его распространения
33. Какие средства защиты от шума относятся к акустическим, архитектурно-планировочным и организационно-техническим?
34. Звукоизоляция: нормируемые параметры и средства реализации
35. Средства звукопоглощения: назначение и виды
36. Какими индивидуальными средствами защиты от шума может воспользоваться оператор?
37. Какие нарушения в организме могут вызываться вибрациями?
38. В чем проявляется негативное воздействие шума на организм человека?

9. Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. ГОСТ 12.1.003 – 2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [Текст]. Введ. 2014 – 29–129. – М. :Стандартинформ, 2015.
2. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [Текст]. Введ. 2011-05-20. – М. :Стандартинформ, 2013.
3. . Безопасность жизнедеятельности для студентов направлений подготовки техника и технологии : учебник / А.Ю. Даржания, Е.Р. [и др.] ; ФГАОУ ВПО Сев.-Кав. федер. ун-т. – Ставрополь : СКФУ, 2015. – 603 с.

Лабораторная работа 8

Тема: «Исследование вибрации»

1. Цель работы: формирование компетентности по исследованию параметров вибрации оборудования, оценке их вредности и эффективности средств защиты от вибрации.

2 Теоретическая часть

Вибрация – механические колебания упругих тел, характеризующихся периодичностью изменения параметров.

Вибрации возникают при:

недостаточной балансировке валов шкивов в машинах и механизмах;
при воздействии динамических нагрузок;
при работе механизмов ударного действия.

Вибрацию классифицируют:

по способу передачи вибрации на человека;
по направлению действия вибрации;
по временной характеристики вибрации.

По способу передачи на человека различают **общую** и **локальную** вибрацию. Выделяют 3 категории **общей** вибрации: транспортную, транспортно-технологическую, технологическую.

По направлению действия вибрации делят в соответствии с направлением осей ортогональной системы координат.

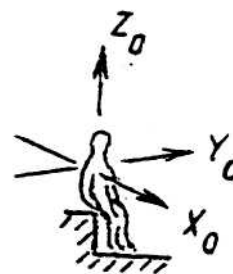
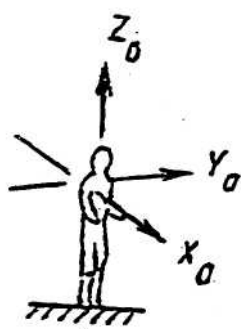
Для **общей вибрации** направления осей Z_0 , X_0 , Y_0 и их связь с телом человека показаны на рисунке 5.1а. Ось Z_0 – вертикальная, перпендикулярная к опорной поверхности. Ось X_0 – горизонтальная от спины к груди. Ось Y_0 – горизонтальная от правого плеча к левому. Для локальной вибрации направление осей $Z_{\text{л}}$, $X_{\text{л}}$, $Y_{\text{л}}$ и их связь с рукой человека показаны на рисунке

5.16. Ось $X_{\text{л}}$ – совпадает или параллельна оси места охвата источника вибрации (рукоятки, рулевого колеса, рычага управления и др.). Ось $Z_{\text{л}}$, лежит в плоскости, образованной осью $X_{\text{л}}$ и направлением подачи или приложения силы и направления вдоль оси предплечья. Ось $Y_{\text{л}}$ направлена от ладони. Вибрационная нагрузка на оператора нормируется для каждого направления действия вибрации.

По временной характеристике различают постоянную и непостоянную вибрации.

К нормируемым показателям вибрационной нагрузки(в соответствии с ГОСТ 12.1.012-90 и СН 2.2.4/2.1.8.566-96) при производственном контроле относят: среднее квадратическое значение виброускорения (м/с^2) или виброскорости (м/с), а также их логарифмические уровни в децибелах (дБ).

Направление координатных осей при действии вибрации
Общая вибрация

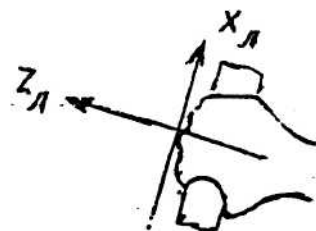
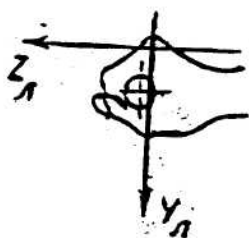


Положение стоя

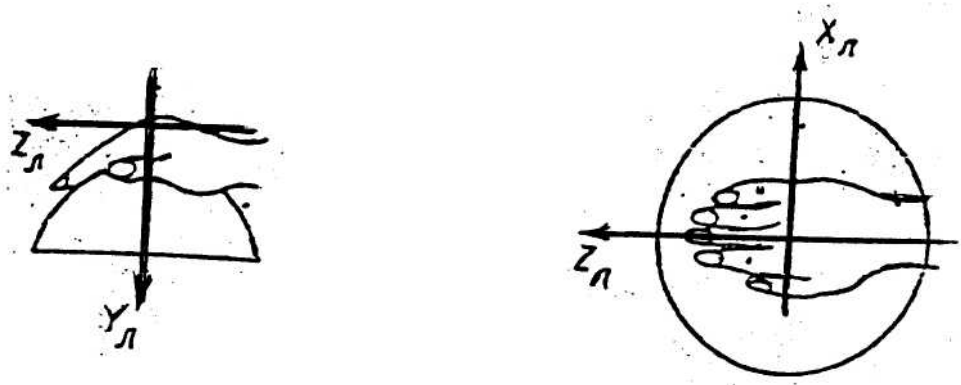
Положение сидя

Локальная вибрация

а)



При охвате цилиндрических, торцовых и близких к ним поверхностей



При охвате сферических поверхностей

б)

Рисунок 5.1 – Направление действия вибрации

Виброскорость u , м/с, определяют по формуле

$$u = 2 \times \pi \times f \times A, \quad (5.1)$$

где f – частота, Гц;

A – амплитуда смещения, м.

Логарифмический уровень виброскорости L_v определяют по формуле

$$L_v = 20 \lg \frac{u}{u_0}, \text{ дБ} \quad (5.2)$$

где u – среднее квадратическое значение виброскорости м/с;

u_0 – пороговое значение виброскорости, равное 5×10^{-8} м/с.

Логарифмический уровень виброускорения L_a , дБ, определяют по формуле

$$L_a = 20 \lg \frac{a}{a_0}, \text{ дБ} \quad (5.3)$$

где a – среднее квадратическое значение виброускорения м/с²;

a_0 – пороговое значение виброускорения, равное 3×10^{-6} м/с².

Нормируемый диапазон частот для технологической вибрации, на рабочих местах работников умственного труда устанавливают в виде октавных полос со среднегеометрическими частотами:

~ для локальной вибрации – 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц;
 ~ для общей вибрации – 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц

Время воздействия вибрации принимается равным длительности непрерывного или суммарного воздействия, измеряемого в минутах или часах.

К нормируемым показателям вибрационной нагрузки на оператора на рабочих местах относятся: одночисленные параметры (корректированное по частоте значение контролируемого параметра; доза вибрации; эквивалентное корректированное значение контролируемого параметра), или спектр вибрации, вибрационной нагрузки на оператора (Приложения А, Б, В, Г) установлены для категорий вибрации и соответствующих им критериям оценки по таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Категории вибрации по санитарным нормам и критерии оценки

Категории вибрации по санитарным нормам и критерии оценки	Характеристика условий труда
1 безопасность	Транспортная вибрация, воздействующая на операторов подвижных самоходных и прицепных машин и транспортных средств при их движении по местности, агрофонам и дорогам, в том числе при их строительстве.
2 граница снижения производительности труда	Транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на операторов машин с ограниченной подвижностью, перемещающихся только по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок и горных выработок.
3 тип «а» Граница снижения производительности труда	Технологическая вибрация, воздействующая на операторов стационарных машин и оборудования и передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.
3 тип «б» комфорт	Вибрации на рабочих местах работников умственного труда и персонала, не занимающегося физическим трудом.

Критерий «безопасность» означает сохранение здоровья человека, оцениваемого по объективным показателям с учетом риска возникновения профессиональной болезни и патологий, а также исключая возможность возникновения травмоопасных или аварийных ситуаций из-за воздействия вибраций.

Корректированное по частоте значение контролируемого параметра (виброускорения или виброскорости) $L_{\tilde{U}}$ определяются по формулам:

$$\tilde{U} = \sqrt{\overset{\circ}{a} \sum_{i=1}^n (U_i \times K_i)^2}, \quad (5.4)$$

$$L_{\tilde{U}} = 10 \lg \overset{\circ}{a} 10^{0,1(L_{\tilde{U}_i} + L_{K_i})}, \quad (5.5)$$

где $\tilde{U}_i$ и $L_{\tilde{U}_i}$ – среднее квадратическое значение контролируемого параметра вибрации (виброускорения или виброскорости) и его логарифмический уровень в i -й полосе;

$K_{i \text{ Equation.3}}$ и L_{K_i} – весовые коэффициенты для i – й частотной полосы для среднего квадратического значения контролируемого параметра и его логарифмического уровня (Приложение Д и Е).

Доза вибрации определяется по формуле

$$D = \int_0^T \tilde{U}^m(t) \times dt, \quad (5.6)$$

где $\tilde{U}(t)$ – корректированное по частоте значение контролируемого параметра в момент времени t , м/с² или м/с;

T – время воздействия вибрации, с;

m – показатель эквивалентности физиологического воздействия вибрации, установленный санитарными нормами.

Эквивалентное корректированное значение ($U_{\text{экв}}$) определяется по формуле

$$U_{\text{экв}} = \sqrt[m]{\frac{D}{T}}, \quad (5.7)$$

Если нормирование вибрационной нагрузки на оператора осуществляется через спектр вибрации, то нормируемыми показателями являются **среднеквадратические значения виброускорения (виброскорости) и логарифмические уровни в октавных и третьооктавных полосах частот.**

Критерий «граница снижения производительности труда» означает поддержание нормальной производительности труда оператора, не снижающейся из-за развития усталости под воздействием вибрации.

Критерий «комфорт» означает создание условий труда, обеспечивающих оператору ощущение комфортности при полном отсутствии мешающего действия вибрации.

Показателем превышения вибрационной нагрузки на оператора является разность логарифмических уравнений или отношение абсолютных значений спектральных или скорректированных по частоте показателей вибрационной нагрузки на оператора и предельно допустимых значений установленных санитарными нормами при длительности рабочей смены 8 часов.

Для защиты от негативного воздействия вибрации на организм человека разработан и используется комплекс мероприятий и защитных средств. Основными составляющими этого комплекса являются технические методы и средства борьбы с вибрациями, как в источнике ее возникновения, так и на путях ее распространения, а также организационные мероприятия.

Технические методы и средства борьбы с вибрацией предусматривают снижение ее интенсивности до санитарных норм. Именно интенсивность вибрации является определяющим фактором негативного воздействия на человека.

По организационному признаку методы виброзащиты подразделяются на **коллективные и индивидуальные.**

Предпочтительными являются средства коллективной защиты. **По отношению к источнику** возбуждения вибрации методы коллективной

защиты подразделяются на методы, снижающие параметры вибрации: воздействием на источник возбуждения; на путях распространения от источника возбуждения.

По виду реализации методы, снижающие передачу вибрации, при контакте оператора с вибрирующим объектом, подразделяются на:

- использование дополнительных устройств, встраиваемых в конструкцию машин или в строительные конструкции:

виброизоляция - между источником и защищаемым объектом размещается дополнительное устройство - виброизолятор;

динамическое виброгашение - к защищаемому объекту присоединяется дополнительная механическая система, изменяющая характер его колебаний;

вибродемпфирование - покрытия, приводящие к снижению интенсивности пространственной вибрации конструкции за счет рассеяния энергии механических колебаний;

- изменение конструктивных элементов машин и строительных конструкций;
- антифазную синхронизацию двух или нескольких источников возбуждения вибраций.

К средствам индивидуальной защиты относятся виброзащитные подставки, сиденья, рукоятки, рукавицы, обувь.

3. Аппаратура и материалы

Основная аппаратура представлена в виде лабораторного стенда (рисунок 5.2).

Стенд состоит из: подставки под стенд – 1; вибростенда – 2; на вибростоле – 3 которого установлен объект виброизоляции – 4 и сменный виброзащитный модуль – 8. Виброзащитный модуль состоит из двух параллельных пластин, между которыми установлены виброизоляторы (пружины). Объект виброизоляции 4 представляет устройство, укрепленное на установочной пластине. Объект виброизоляции 4 и сменные виброзащитные модули 8 хранятся в ящике – 7. К объекту виброизоляции 4

крепится вибродатчик ДН–1 в одном из направлений измерения вибрации Z, X или Y.

На лабораторном столе размещены генератор низкочастотных сигналов – 6 и измеритель шума и вибрации ВШВ – 003–М2 (далее генератор и измеритель соответственно).

Внешний вид вибростенда представлен на рисунке 5.3.

Вибростенд имеет электромагнитную систему возбуждения вибраций и обеспечивает направление воздействия вибрации по координатным осям Z, X, Y.

Вибростенд состоит из защитного разъемного кожуха – 1, в котором установлен магнитопроводящий корпус – 3.

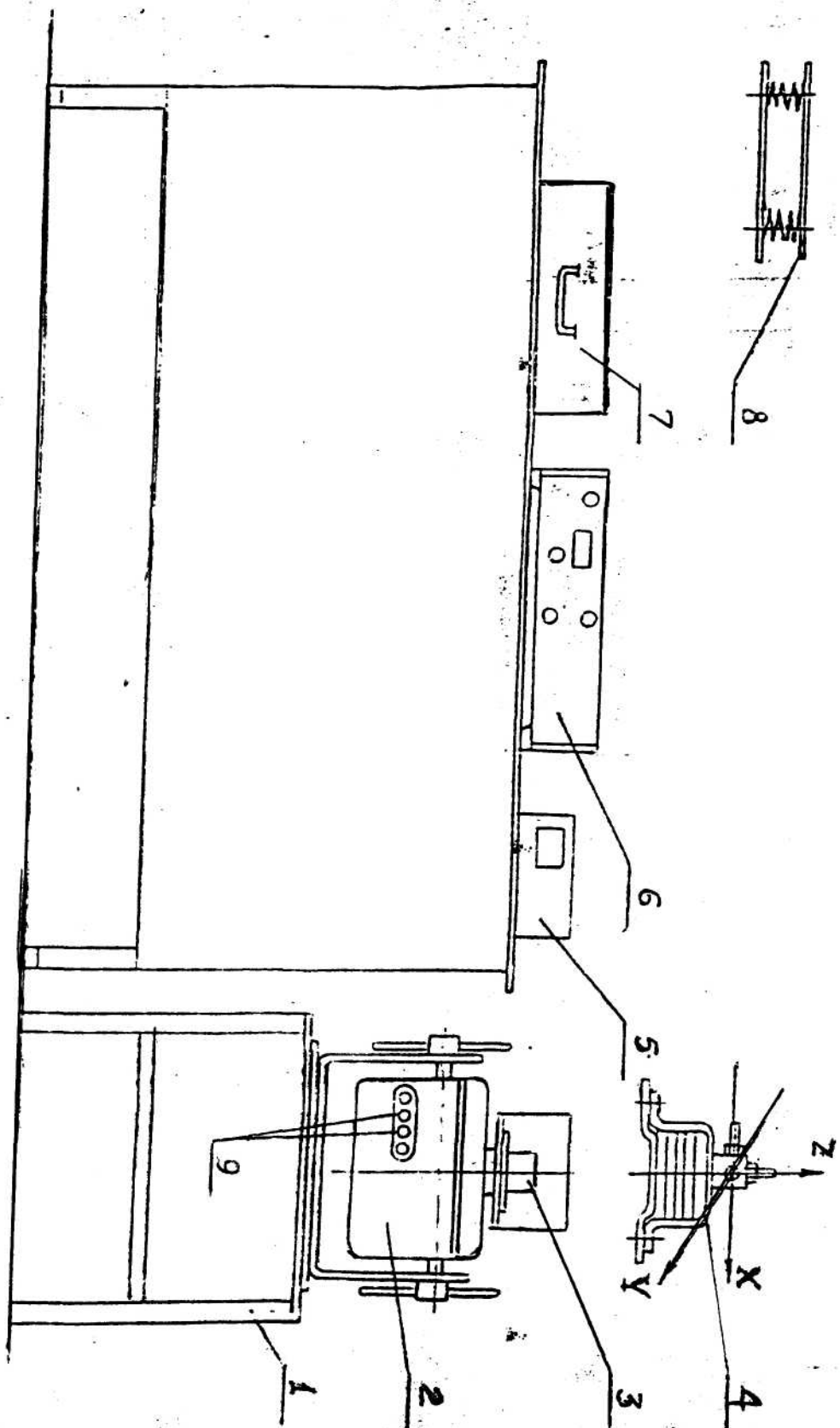


Рисунок 5.2 – Стенд лабораторный «Методы защиты от вибрации»

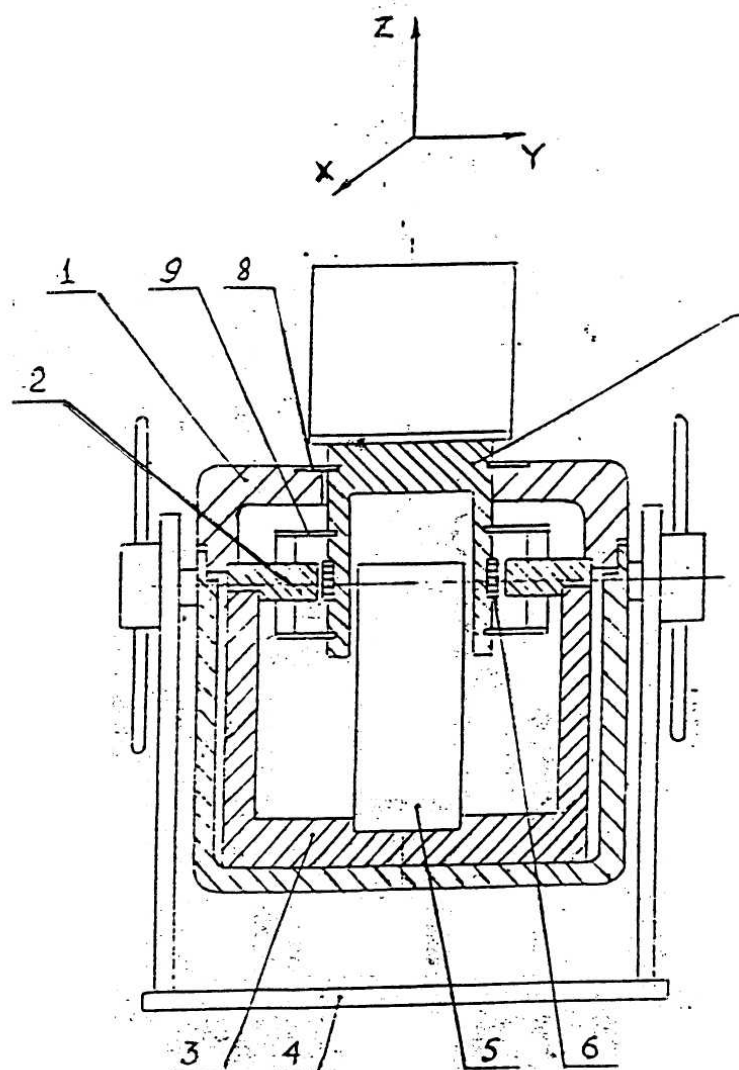


Рисунок 5.3 – Вибростенд

Постоянный магнит – 5 прикреплен ко дну корпуса 3 и входит в цилиндрическое отверстие вибростола – 7. Вибростол 7 закреплен с помощью листовых пружин – 9 на горизонтальной пластине – 2, установленной на корпус – 3. Катушка возбуждителя – 6 намотана вокруг сердечника вибростола – 7.

Защитная резиновая прокладка – 8 закреплена на верхней части кожуха – 1. защитный кожух 1 прикреплен с помощью шпилек к основанию 4 и имеет возможность вращаться вокруг горизонтальной оси.

На рисунке 5.4 показана лицевая панель генератора низкочастотных сигналов.

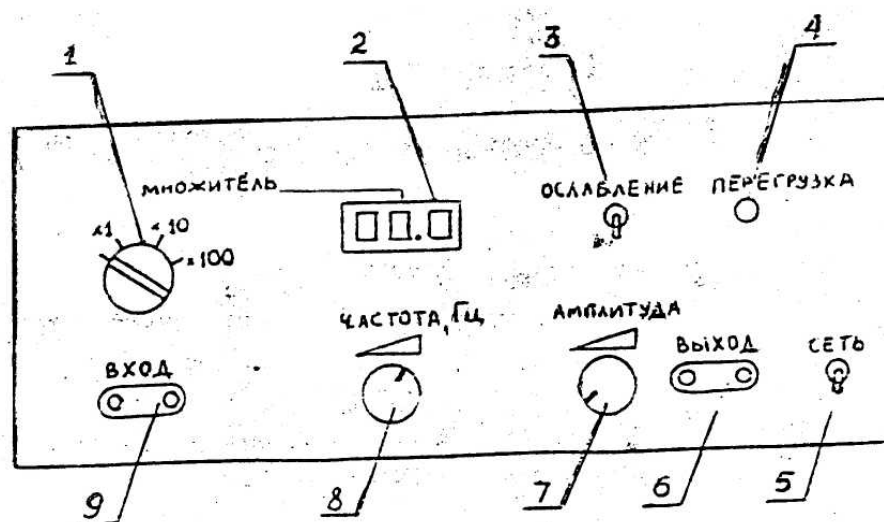


Рисунок 5.4 –Лицевая панель генератора низкочастотных сигналов

Переключатель 1 «множитель» позволяет выбрать один из трех диапазонов измерений: $\times 1$; $\times 10$; $\times 100$.

Индикатор частоты – 2 предназначен для контроля частоты колебаний.

Светодиод – 4 «перегрузка» загорается при возникновении перегрузки. При этом необходимо выключить сетевое питание тумблером – 5 «сеть», который также используется для подключения генератора к сети.

Гнездо – 6 предназначено для подключения генератора к сети, напряжением 220 В.

Значение амплитуды вибрации (коэффициента усиления) устанавливается переключателем 7. ручка регулирования частоты – 8. Гнездо 9 предназначено для соединения выходных гнезд генератора с нагрузкой.

На рисунке 5.5 показана лицевая панель измерителя шума и вибрации ВШВ-003-М2.

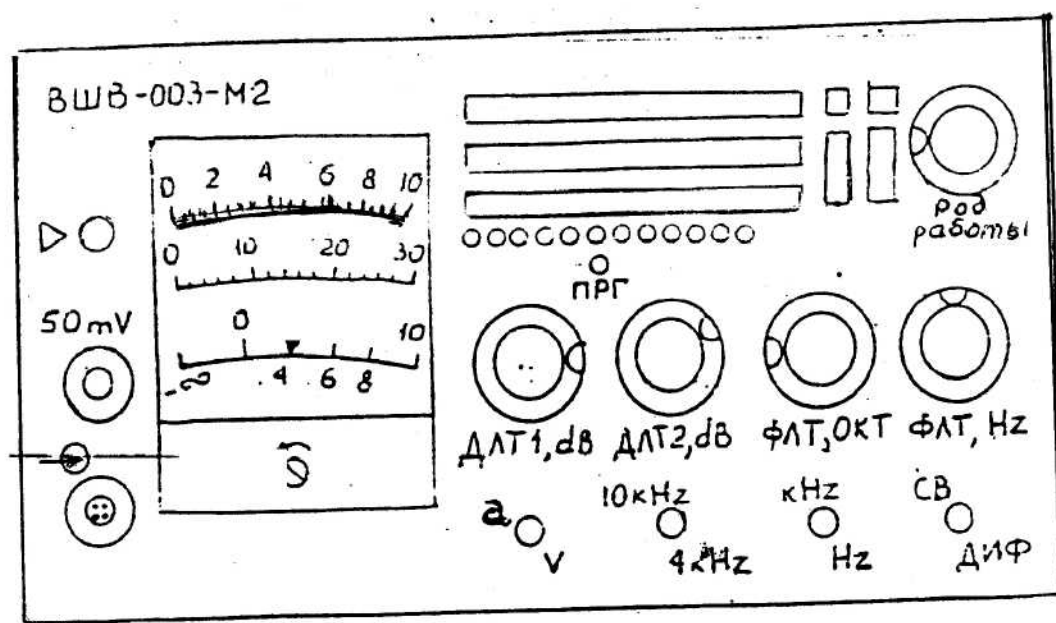


Рисунок 5.5 – Лицевая панель измерителя шума и вибрации ВШВ-003-M2

На этой панели показаны следующие органы управления, регулирования и индикации:

- переключатель РОД РАБОТЫ с положениями:
- «0» – для включения измерителя;
- «+» «» – для контроля состояния батареи;
- «▷» «» – для включения измерителя в режим калибровки.

F, S, IOS – для включения измерителя в режим измерения с постоянной времени F (быстро), S (медленно), IOS – 10с;

Показывающий прибор – для контроля напряжения питания и отсчета измеряемой величины, причем при работе с вибропреобразователем ДН-4 результат измерения необходимо умножить на 10; переключатели ДЛТ 1, dB; ДЛТ2, dB и единичные индикаторы 20, 30,...130 dB;

3×10^{-3} ; 0,01...10³mS⁻²

0,03; 0,1...10⁴mS⁻¹

предназначены для выбора пределов измерений звукового давления, виброускорения и виброскорости соответственно;

- индикатор ПРГ – для индикации перегрузки измерительного тракта;

– кнопка a , V – для включения измерителя в режим измерения виброскорости;

– переключатель ФЛТ, Hz – с положениями:

1; 10 для включения фильтра высоких частот ФВЧ 1; 10 Гц, ограничивающих частотный диапазон при изменении виброускорения, виброскорости;

ЛИН – для включения фильтра низких частот ФНЧ 20 кГц, ограничивающего частотный диапазон при изменении уровня звукового давления по характеристике ЛИН:

А, Б, С – для включения корректирующих фильтров А, Б, С;

ОКТ – для включения измерителя в режиме частотного анализа в октавных полосах;

– переключатель ФЛТ ОКТ с кнопкой kHz , Hz для включения одного из четырнадцати октавных фильтров со средними геометрическими частотами 1 Гц, ... 8 кГц;

– кнопка 10 kHz , 4 kHz – для включения ФНЧ 10 kHz или 4 kHz , ограничивающих частотный диапазон при измерении виброускорения, виброскорости;

– кнопка СВ, ДНФ – для измерений в режиме свободного или диффузного поля;

– гнезда:

50 mV – выход с калибровочного генератора;

« » – для подсоединения предусилителя ВПМ-101.

Калибровка измерителя

Калибровку измерителя необходимо проводить каждый раз перед началом измерений.

Подсоединить эквивалент вибропреобразователя к предусилителю ВПМ-101, который присоединяется к гнезду « » измерителя.

Гнездо 50 mV измерителя соединить кабелем 5Ф6.644.368 с эквивалентом вибропреобразователя.

- ▷ Переключатель РОД РАБОТЫ установить в положение « ».
- ▷ Регистром « » установить стрелку измерителя на отметку 5,2 шкалы 0...10, учитывающую действительное значение коэффициента преобразования вибропреобразователя. Выключить измеритель для чего переключатель измерителя РОД РАБОТЫ установить в положение 0.

Отсоединить кабель 5Ф6.64.368 и к эквиваленту вибрпреобразователя подсоединить датчик ДН-4 с помощью кабеля 5Ф6.644.333.

4. Указания по технике безопасности

1.В лаборатории соблюдать образцовую дисциплину, содержать рабочее место в надлежащем санитарном состоянии.

2.В лаборатории запрещается находиться в верхней одежде, трогать и прикасаться к приборам и установкам, не предназначенным для выполнения данной работы.

3.К работе со стендом допускаются студенты, после ознакомления с его устройством, принципом действия и последовательностью проведения измерений.

4.При смене виброизолирующих моделей на вибростоле вибростенда или изменения положения вибростенда относительно основания, **генератор низкочастотных сигналов должен быть отключен!**

5.При работе с генератором и измерителем необходимо соблюдать следующие требования безопасности:

проверить наличие заземления генератора и измерителя с помощью клем защитного заземления на корпусах приборов;

проверить исправность плавных вставок на корпусах приборов;

запрещается эксплуатация генератора и измерителя при снятых крышках;

запрещается выполнение любых работ в генераторе и измерителе под напряжением;

выполнение любых видов ремонтных работ, наладочных работ должно выполняться квалифицированным персоналом с использованием ручного инструмента с диэлектрическими рукоятками, соблюдая при этом действующие правила и требования по электробезопасности.

6. При обнаружении любых неисправностей работы прекратить, немедленно известить преподавателя.

5. Методика и порядок выполнения работы

5.1 Закрепить объект виброизоляции 4 на вибростоле 3 рисунок 5.2.

5.2 Закрепить вибродатчик ДН-4 на объекте виброизоляции 4 рисунок 5.2 в направлении оси z.

5.3 Предварительно выполнить калибровку измерителя виброизоляции, для чего гнездо 50 mV измерителя соединить кабелем 5Ф6.644.368с эквивалентом вибропреобразователя.

5.4 Подключить генератор «выход» 6 рисунок 5.4 к сети 220В. Соединить выходные гнезда с генератора рисунок 5.4 с нагрузкой 9 рисунок 5.2, включить тумблер «сеть» 5 рисунок 5.4 и дать прогреться генератору в течении 10 минут. Генератор готов к работе.

Вначале установить при помощи множителя 1 рисунок 5.4 диапазон «х1», далее ручкой плавного регулирования частоты 8 рисунок 5.4. установить значение октавной частоты возбуждения 2 Гц, контролируя это значение на индикаторе частоты 2 рисунок 5.4. Значение амплитуды вибрации 7 (коэффициента усиления), устанавливаемой на генераторе (рисунок 5.4) задается преподавателем.

Внимание! При возникновении перегрузки на лицевой панели генератора загорается светодиод «перегрузка» 4 рисунок 5.4. Необходимо выключить сетевое питание тумблером 5 рисунок 5.4. Повторное включение сетевого питания возможно только после погасания светодиода нагрузки.

5.5 Подготовить измеритель вибрации к работе.

Подключить измеритель к сети 220В.

Установить измеритель в горизонтальное положение и механическим корректором нуля установить стрелку измерителя на отметку 0 шкалы 0...10.

Установить переключатель измерителя в положения:

† РОД РАБОТЫ « »;

ДЛТ 1, db-80;

ДЛТ 2, db-50;

Зафиксировать показания измерителя, оно должно быть в пределах сектора, указанного на нижней шкале измерителя.

5.6 Произвести измерение виброускорения объекта виброизоляции в направлении оси z для общей или локальной вибрации во всем диапазоне частот, изменяя частоту вибрации с помощью множителя и ручкой плавного регулирования генератора. Результаты измерений занести в таблицу итоговых результатов 5.2.

5.7 Переставить датчик ДН-4 в направлении оси X, для чего предварительно отсоединить кабель 5Ф6.644.333 от датчика.

5.8 Произвести все необходимые измерения в направлении оси X аналогично п.5.6.

5.9 Переставить датчик ДН-4 в направлении оси Y, для чего предварительно отсоединить кабель 5Ф6.644.333 от датчика.

5.10 Произвести все необходимые измерения в направлении оси Y аналогично п.5.6.

5.11 Выключить генератор. Снять объект виброизоляции с вибростола, присоединить к нему виброзащитный модуль и в сборе установить на вибростоле вибростенда. Включить генератор. Снять объект виброизоляции с вибростола, присоединить к нему виброзащитный модуль и в сборе установить на вибростоле вибростенда. Включить генератор.

5.12 Закрепить вибродатчик ДН-4 на объекте виброизоляции 4 рисунок 5.2 вертикально в направлении оси z и произвести измерения

виброускорения объекта виброизоляции совместно с виброзащитным модулем в направлении оси z для общей или локальной вибрации во всем диапазоне частот, изменяя частоту вибрации с помощью множителя и ручкой плавного регулирования генератора.

5.13 Переставить датчик ДН-4 в направлении оси X, для чего предварительно отсоединить кабель 5Ф6.644.333 от датчика.

5.14 Произвести все необходимые измерения в направлении оси X аналогично п. 5.6.

5.15 Переставить датчик ДН-4 в направлении оси Y, для чего предварительно отсоединить кабель 5Ф6.644.333 от датчика.

5.16 Произвести все необходимые измерения в направлении оси Y аналогично п. 5.6.

5.17 Для измерения виброускорения переключатели измерителя установить в положения:

ДЛТ1, dB-80;

ДЛТ2, dB-50.

Все кнопки отжаты, светится индикатор 130 dB.

В зависимости от частотного диапазона измерения переключатель ФЛТ, Hz установить в положение «1» или «10»; нажать или отжать кнопку 10 kHz, 4 kHz:

при измерении общей вибрации – «1»; кнопка нажата;

при измерении локальной вибрации – «10»; кнопка нажата.

Переключатель РОД РАБОТЫ установить в положение F, S или 10S, т.к. при измерении низкочастотных составляющих могут возникнуть флуктуации (колебания) стрелки измерителя. Тогда следует перевести переключатель РОД РАБОТЫ из положения F в положение S.

Произвести измерения изменяя при необходимости переключатели ДЛТ1, dB и ДЛТ2, dB.

Если при измерении стрелка измерителя находится в начале шкалы, то следует вывести ее правее цифры 4 (верхняя шкала) или цифры 10 (средняя шкала) сначала переключателем ДЛТ1, dВ.

Если периодически загорается индикатор ПРГ, то следует переключить переключатель ДЛТ1, dВ на более высокий уровень (влево), пока не погаснет индикатор ПРГ, а затем использовать аналогично переключатель ДЛТ2, dВ. Произвести отсчет показаний измерителя в $m \times S^{-2}$. При работе с вибропреобразователем ДН-4 Показание необходимо умножить на 10.

5.18 Для измерения виброускорений в октавных полосах частот необходимо:

Переключатель ФЛК, Нз установить в положение ОКТ, переключателем ФЛТ, ОКТ и кнопкой кНз, Нз включить необходимый октавный фильтр. При измерении общей вибрации (частоты 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Нз) и локальной вибрации (частоты 8; 16; 31,5; 63; 125; 500 и 1000 Нз) в диапазоне от 3 Гц до 500 Гц кнопка кНз нажата, а начиная с 1000 Гц кнопка кНз, Нз отжата.

Повторить операции в соответствии с п. 5.17, произведя отсчет показаний измерений в $m \times S^{-2}$.

5.19 Для измерения виброскорости нажать кнопку а, V и повторить операции в соответствии с 5.17, отсчитывая показания измерителя в $mm \times S^{-2}$.

5.20 После выполнения лабораторной работы отключить генератор и измеритель.

Объект виброизоляции, модули, датчик и кабели положить в упаковочную тару.

5.21 По результатам измерений оценить эффективность виброзащиты (Э) для каждой октавной полосы частот.

$$\mathcal{E} = \frac{a - a_3}{a} \times 100, \% \quad (5.8)$$

где a – среднее квадратическое значение виброускорения до применения виброзащиты, $m \times /c^2$;

a_3 – среднее квадратическое значение виброускорения после применения виброзащиты, $\text{м}/\text{с}^2$.

Результаты замеров и расчетов заносим в итоговую таблицу 5.2.

6.Содержание отчета и его форма

1. Титульный лист
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала.
4. Нормирование вибрации.
5. Методы и средства снижения вибрации.
6. Данные измерений и расчетов вибрации представить в виде таблицы 5.2.
7. Оценить эффективность виброзащиты для выбранных виброзащитных модулей.

Отчет о лабораторной работе должен быть представлен в виде протокола и завершается подписью студента, выполнившего работу и преподавателя, принявшего зачет по выполненной работе.

Таблица 5.2

Среднегеометрич. частоты полос, Гц		Виброускорение						Виброскорость						Категория и тип вибрации	Нормированные значения в направлениях x_0, y_0		Вибро- защитный модуль	Эффективность защиты, Э		
		мс ⁻²			dB			мс×10 ⁻²			dB							Z	X	Y
Общей вибра- ции	Локальной вибрации	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y		Вибро- ускорение	Вибро- скорость		Z	X	Y
2																				
4																				
8	8																			
16	16																			
31,5	31,5																			
63	63																			
	125																			
	250																			
	500																			
	1000																			

7. Вопросы для защиты работы

1. Что такое вибрация?
2. По каким признакам классифицируется вибрация?
2. Как нормируется вибрация?
3. Какие существуют категории вибрации?
4. Как действует вибрация на организм человека и какие существуют основные меры защиты от нее?
5. Из каких элементов состоит лабораторный стенд для измерения параметров вибрации и какая последовательность работ при его использовании?
6. Из каких элементов состоит измеритель шума и вибрации ВШВ-003-М2 и каков порядок пользования им?
7. Методика и порядок проведения лабораторной работы по исследованию вибрации.
8. Порядок измерения виброускорения и виброскорости прибором ВШВ-003-М2.
9. Какова эффективность применяемых защитных модулей от негативного воздействия вибрации.

Лабораторная работа 9

Тема: «Определение уровня электромагнитного, электрического, магнитного и электростатического поля источника излучения»

1. Цель работы

Измерение и оценка уровней электромагнитного излучения от различных источников. Оценка необходимых мероприятий по снижению негативного воздействия ЭМИ.

2. Теоретическое обоснование

Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ), к которым относятся УВЧ, СВЧ и КВЧ волны используются в радиолокации, радиоспектроскопии, геодезии, дефектоскопии, физиотерапии, их применяют для термической обработки пищевых продуктов, стерилизации, пастеризации, вторичного разогрева пищевых продуктов.

Электромагнитные излучения представляют собой периодически меняющееся в пространстве электромагнитное поле, в котором переменные электрическое и магнитное поля тесно взаимосвязаны. Скорость распространения электромагнитных волн в пространстве - 300000 км/с. Спектр электромагнитных волн радиочастотного диапазона приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1

	Название ЭМИ	Диапазон частот Гц	Длины волн, м
Радиочастот ные волны	Длинные волны (ДВ)	3(104 - 105)	104 - 103
	Средние волны (СВ)	3(105 - 106)	103 - 102
	Короткие волны (КВ)	3(106 - 107)	102 - 101
	Ультравысокочастотные волны (УВЧ)	3(107 - 108)	101 - 100
	Сверхвысокочастотные волны (СВЧ)	3(108 - 1011)	100 -10-3

Длина волны (λ), частота колебаний (f) и скорость распространения электромагнитных волн в воздухе (C) связаны соотношением

$$C = \lambda * f \quad (2.1)$$

Движущееся электромагнитное поле (ЭМП) характеризуется векторами напряженности электрического (E , В/м) и магнитного (H , А/м) полей, которые отражают силовые свойства ЭМП.

Напряженность электрической и магнитной составляющих поля в зависимости от расстояния до источника определяют по формулам

$$E = \frac{I * l}{2 * \pi * \varepsilon * \omega * x^3}, \quad (2.2)$$

$$H = \frac{I * l}{4 * \pi * x^2}, \quad (2.3)$$

где I - ток в проводнике (антенне). А;

l - длина проводника (антенны), м;

ε - диэлектрическая проницаемость среды, Ф/м.

Для воздуха $\varepsilon = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м

x - расстояние от точки наблюдения до источника излучения, м;

ω - угловая частота поля.

Для оценки величины электромагнитного поля также используют понятие поверхностной плотности потока энергии (ППЭ). ППЭ - количество энергии, проходящей через плоскость с площадью, равной единице, расположенную перпендикулярно к направлению распространения электромагнитной волны. Поверхностная плотность потока энергии оценивается в Вт/м², мкВт/см².

Для сферических волн при распространении в воздухе она может быть определена по формуле

$$ППЭ = \frac{P_{ист} * G}{4 * \pi * r^2}, \quad (2.4)$$

где $P_{ист}$ - мощность излучения, Вт;

G - коэффициент усиления излучателя (антенны).

Нормирование излучений с частотами 30 кГц – 300 ГГц осуществляется в соответствии с СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)"

Около источника электромагнитного поля выделяют (рисунок 2.1) ближнюю зону (I), промежуточную зону (II) и дальнюю зону (III).

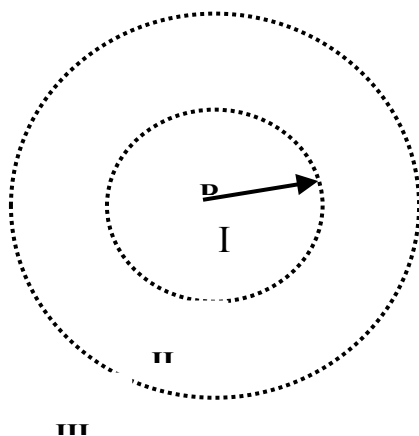


Рисунок 2.1 - Размещение зон около источника электромагнитного поля

I – ближняя зона; II – промежуточная зона; III – дальняя зона

Границы ближней зоны (зоны индукции) определяют из соотношения

$$R \ll \frac{l}{2\pi} \gg \frac{l}{6} \quad (2.5)$$

Границы промежуточной зоны (зоны интерференции) находят из выражения

$$\frac{l}{2\pi} \ll R \ll 2\pi l \quad (2.6)$$

Внутренняя граница дальней зоны (волновой зоны)

$$R \gg 2\pi l \quad (2.7)$$

В ближней зоне электрическое и магнитное поля можно считать независимыми друг от друга. В ней нормируются напряженности электрического и магнитного полей. В промежуточной зоне регламентируются напряженности электрического и магнитного полей, а также плотность потока энергии. В дальней зоне нормируется плотность потока энергии.

В диапазоне частот 30 кГц - 300 МГц интенсивность ЭМИ РЧ оценивается также по энергетической экспозиции (ЭЭ) электрического и магнитного полей. Её определяют как произведение квадрата напряженности электрического (E) или магнитного (H) поля на время воздействия на человека (T).

$$\text{ЭЭ}_E = E^2 * T, (B/м)^2 * t \quad (2.8)$$

$$\text{ЭЭ}_H = H^2 * T, (B/м)^2 * t$$

Критерием оценки степени воздействия на человека ЭМП РЧ служит количество электромагнитной энергии, поглощаемой им при пребывании в электромагнитном поле. Эта величина зависит от:

- напряженности поля;
- времени пребывания в электрическом поле;
- частоты волн;
- проводимости тканей человека.

Так, с повышением частоты влияние электромагнитного поля на человека усиливается, то есть ЭМП ВЧ и СВЧ вызывают больший биологический эффект, чем ДВ и СВ.

Механизм действия электромагнитных полей на организм человека еще окончательно не выяснен, особенно малоинтенсивных излучений длительного воздействия, однако установлено, что чувствительность органов и систем определяется :

- функциональным назначением органов;
- биофизическими характеристиками;
- степенью их васкуляризации.

Систематическое воздействие ЭМИ ВЧ, УВЧ, СВЧ диапазонов вызывает изменения в центральной нервной системе, в сердечно-сосудистой системе, сдвиги в морфологическом составе крови, что сопровождается нарушениями функционального состояния эндокринной системы, обменных процессов, дистрофическими изменениями в тканях мозга, печени, селезенки, семенников.

На основе обобщения результатов экспериментальных исследований были разработаны предельно допустимые (в зависимости от длины волны) уровни электромагнитной энергии на территории жилой застройки (таблица 2.2)

Назначение помещений или территорий	Диапазон частот				
	30 -300 кГц	0,3 –3 МГц	3-30 МГц	30 – 300 МГц	300 МГц – 300 ГГц
	Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ				
	В/м	В/м	В/м	В/м	мкВт/см ²
Территория жилой застройки и мест массового отдыха: помещения жилых, общественных и производственных зданий (внешнее ЭМИ РЧ, включая вторичное излучение); рабочие места лиц, не достигших 18 лет, и женщин в состоянии беременности	25	15	10	3	10

При работе с источниками СВЧ излучений на производстве должны соблюдаться нормативы, приведенные в таблице 2.3

Таблица 2.3

1. Время действия ЭМИ СВЧ на работающих	Предельно допустимая интенсивность
Не более 8 ч за рабочий день	10 мкВт/см ²
Не более 2 ч за рабочий день	100 мкВт/см ²
Не более 15 – 20 мин за рабочий день	1000 мкВт/см ²
2. Для лиц , не связанных профессионально и для населения	1 мкВт/см ²

Способы защиты от действия ЭМИ:

- 1) уменьшение мощности источника - уменьшение параметров излучения в самом источнике;
- 2) экранирование источника излучения (рабочего места). Защитные экраны частично отражают и частично поглощают электромагнитную

энергию. По основному принципу действия они делятся на отражающие (сплошные, перфорированные, сетчатые, сотовые экраны из стали, меди, алюминия, из металлизированной ткани, токопроводящие краски, которыми окрашивают экранирующие поверхности) и поглощающие (из радиопоглощающих материалов – каучук, пенополистирол, керамикометаллические композиции с добавками из активированного угля, порошка карбонильного железа и пр.

- 3) выделение зоны излучения (зонирование территории);
- 4) установление рациональных режимов эксплуатации установок;
- 5) применение сигнализации;
- 6) защита расстоянием (особенно эффективна для ЭМИ СВЧ);
- 7) защита временем ;
- 8) средства индивидуальной защиты (специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани - халаты, фартуки, накидки с капюшоном, перчатки; защитные очки , стекла которых покрыты слоем полупроводниковой окиси олова).

3.Оборудование и материалы

Для измерения напряженности магнитного поля используем измеритель напряженности поля промышленной частоты типа ПЗ-50. Он предназначен для измерения среднеквадратичного значения напряженности магнитного поля промышленной частоты, возбуждаемого вблизи электроустановок высокого напряжения в диапазоне от 0,1 до 1800 А/м. Основные правила работы с прибором представлены в Приложении А.

4. Указания по технике безопасности

1. При эксплуатации измерителя и его поверке необходимо соблюдать правила безопасности при работе с высоковольтными электроустановками и источниками ЭП и МП промышленной частоты. При большой

напряженности ЭП или МП промышленной частоты (превышающей уровень, регламентированный ГОСТ 12.1.002-84 или СанПиН 2.2.4.723-98) необходимо применять защитные средства.

2. Не допускается использовать измеритель вблизи электроустановок высокого напряжения, если существует опасность искрового пробоя на элементы измерителя.

3. В связи с тем, что измеритель не содержит источников высокого напряжения и не подключается к электросетям, работа с измерителем электробезопасна.

5. Задания

Порядок выполнения работы

5.1 Перед началом работы ознакомиться с техническим описанием измерителя напряженности поля ПЗ-50, порядком проведения измерений (Приложение А).

Панель прибора представлена на рисунке 4.1.



Рисунок 5.1 – Внешний вид панели прибора ПЗ-50.

Общий вид прибора с преобразователем ЕЗ-50 представлен на рисунке 4.2

В качестве источника электромагнитного поля можно выбрать по заданию преподавателя системный блок компьютера, плоттер, выключатель или другой объект.



Рисунок 4.2 – Прибор ПЗ-50 с преобразователем типа ЕЗ-50

5.2 Определить напряженность электрического поля от источника.

Подключить кабель КЗ-50 к разъему на хвостовой части антенны-преобразователя (АП) типа ЕЗ-50. Накрутить на нее пластмассовую ручку. Подключить разъем на свободном конце кабеля к ответной части на УОЗ-50.

Установить переключатели: ВЫКЛ/КОНТ/ИЗМ в положение КОНТ, $\times 0,1/\times 1/\times 10$ – на $\times 1$; 2/20/200 – на 200. При этом на индикаторе УОЗ-50 появится контрольное число, соответствующее напряжению питания прибора. Это число должно находиться в пределах от минус 100,0 до +150,0. Если контрольное число станет менее минус 100,0 или в левом верхнем углу появится символ LOBAT, значит элементы питания полностью разряжены, необходимо их заменить. Иначе погрешность измерения будет выше допустимой.

Установить переключатель: ВЫКЛ/КОНТ/ИЗМ в положение ИЗМ, а переключателями $\times 0,1/\times 1/\times 10$ и 2/20/200 подобрать оптимальный предел измерения. Наиболее оптимальным для проведения измерений является предел, на котором можно получить максимальное количество значащих цифр.

Поместить АП в измеряемое поле. Изменяя направление АП, добиться максимального показания на индикаторе.

Выполнить измерения на расстоянии 0,1, 0,5, 1,0, 1,5 м от источника электромагнитного поля, результаты занести в таблицу. Результаты представить в табличной форме (таблица 4.4) и в виде графика зависимости напряженности электрического поля токов промышленной частоты от расстояния.

5.3 Определить напряженность магнитного поля от источника.

АП типа НЗ-50 предназначена для измерения напряженности магнитного поля и представляет собой экранированную рамочную антенну, электрически малых размеров (средний диаметр рамки 80 мм, число витков 5600). При помещении АП в МП в обмотке антенны наводится переменное напряжение пропорциональное проекции вектора напряженности поля на ось, перпендикулярную плоскости рамки. Переменное напряжение далее через кабель поступает на устройство отсчетное УОЗ-50 (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 – Общий вид прибора ПЗ-50 с антенной НЗ-50

Выполнить измерения магнитного поля источника аналогично методике, представленной в пункте п. 5.2

Таблица 4.4 – Результаты измерений

Расстояние от источника излучения, м	Положение переключателя x0,1/x1/x10	Положение переключателя 2/20/200	Напряженность электрического поля, кВ/м	Напряжённость магнитного поля, А/м
1,0				
0.75				
0,5				
0,25				

Результаты измерения напряженности магнитного поля представить графические в виде зависимости напряженности электрического поля от расстояния.

5.4 Сравнить измеренные уровни напряженности поля с фоновыми значениями.

5.5 Дать объяснения полученных результатов.

5.6 Составить отчет по работе. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчета

1. Титульный лист
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала.
4. Данные измерений и расчетов (таблица 4.4), графики.
5. Ответы на контрольные вопросы.
6. Выводы.
7. Ваши предложения по совершенствованию лабораторной работы.

7. Контрольные вопросы и тестовые задания

Контрольные вопросы

Базовый уровень

1. Дайте определение электромагнитных излучений.
2. Как нормируются электромагнитные излучения ?
3. Какие зоны выделяют около источника электромагнитных излучений?
4. Какое действие оказывают электромагнитные излучения на человека?
5. Какие существуют способы защиты от электромагнитных излучений?

Повышенный уровень

1. Приведите предельно допустимые уровни электромагнитных излучений токов промышленной частоты в производственных условиях

2. Приведите предельно допустимые уровни электромагнитных излучений токов промышленной частоты на территории жилой застройки и в местах массового отдыха

3. Приведите основные расчетные формулы для оценки напряженности электрического и магнитного полей, плотности потока энергии

Вопросы для защиты работы

1. Дайте определение электромагнитных излучений.
6. Как нормируются электромагнитные излучения ?
7. Какие зоны выделяют около источника электромагнитных излучений?
8. Какое действие оказывают электромагнитные излучения на человека.
9. Приведите предельно допустимые уровни электромагнитных излучений радиочастот на производстве.
10. Приведите предельно допустимые уровни электромагнитных излучений радиочастот на территории жилой застройки и мест массового отдыха
11. Какие существуют способы защиты от электромагнитных излучений?
12. Какие существуют типы экранов для защиты от электромагнитных излучений ?

Литература

Основная литература

1. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов/С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. Ред. С.В. Белова.- М.: Высш. шк., 2001.- 448 с.

Дополнительная литература

2. ГОСТ 12.1.006-84. ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. -М.: Изд-во стандартов, 1984.

3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ).- М.: Изд-во стандартов, 1998.

Лабораторная работа 10

Тема: «Исследование эффективности средств обеспечения электробезопасности»

1. Цель работы

Оценить опасность прямого прикосновения человека к фазным, проводам электрических сетей напряжением до 1 кВ. Определить влияние активного сопротивления изоляции и емкости фазных проводов относительно земли на опасность поражения человека электрическим током при нормальном и аварийном режимах работы двух типов сети.

2. Теоретическое обоснование

На предприятиях и в организациях на производственные нужды потребляется большое количество электрической энергии.

При эксплуатации и ремонте электрического оборудования возможен контакт человека с токоведущими частями и воздействие электрического тока на организм человека, что может привести к его серьезным поражениям.

Характер воздействия электрического тока на организм человека и тяжесть поражения зависит от многих факторов: величины тока, проходящего через организм человека, рода тока, величины напряжения, частоты тока, пути тока в теле человека, времени действия, сопротивления тела человека, параметров электрической установки и др.

Важнейшим параметром, определяющим степень поражения человека электрическим током, является величина тока, проходящего через его организм.

Для характеристики воздействия электрического тока на организм человека используют три критерия:

пороговый осязаемый ток – его величина для переменного тока равна 0,5 – 1,5 мА, для постоянного – 5 – 7 мА;

пороговый неотпускающий ток– его величина для переменного тока 10 – 15 мА, для постоянного – 50 – 70 мА;

пороговый фибрилляционный ток– его величина для переменного тока 50 – 80 мА, для постоянного – 100 – 300 мА.

Важнейшим параметром, определяющим опасность поражения человека электрическим током, **является длительность воздействия электротока**. С увеличением времени действия электрического тока опасность поражения человека значительно возрастает.

Безопасные величины тока и напряжений в зависимости от времени действия электрического тока, в соответствии с ГОСТ 12.1.038 – 82 ССБТ, приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Время действия, сек.	Длительность	до 30	1	0,5	0,2	0,1
Величина тока, мА	1	6	50	100	250	500
Величина напряжения, В	6	36	50	100	250	500

Электробезопасность обслуживающего персонала во многом зависит от режима нейтрали сети. В нашей стране используют следующие режимы нейтрали:

4. Глухое заземление нейтрали генераторов и трансформаторов;
5. Полностью изолированная нейтраль у генераторов;
6. Нормально изолированная нейтраль трансформатора, но в нейтраль включен заземленный пробивной предохранитель.

Для защиты от действия электрического тока применяют ряд методов, в том числе защитное заземление.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие замыкания на корпус или по другим причинам.

Замыкание на корпус – это случайное электрическое соединение токоведущих частей с металлическими нетоковедущими частями электроустановки. Это возможно в результате случайного касания

токоведущих частей корпуса машины, падение провода на нетоковедущие металлические части машин и др.

Назначение защитного заземления – устранить опасность поражения человека электротоком в случае прикосновения к корпусу или другим нетоковедущим металлическим частям электроустановки, оказавшимся под напряжением.

Защитное заземление следует отличать от рабочего заземления и заземления молниезащиты.

Рабочее заземление – преднамеренное соединение с землей отдельных точек электрической цепи, например нейтральных точек обмоток генераторов, силовых и измерительных трансформаторов, дугогасящих аппаратов и др. Рабочее заземление предназначено для надежной работы электроустановка в нормальных и аварийных условиях работы.

Заземление молниезащиты – преднамеренное соединение с землей молниеприемников и разрядников с целью отвода от них токов молнии в землю.

Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага.

Напряжение прикосновения – это напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек.

Напряжение шага – это напряжение между двумя точками цепи тока, находящимися одна от другой на расстоянии шага, на которых одновременно стоит человек. Это достигается путем уменьшения потенциала заземленного оборудования (за счет уменьшения сопротивления заземления), а также путем выравнивания потенциалов основания, на котором стоит человек и потенциала заземленного оборудования.

Защитное заземление рекомендуется применять в сетях напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью, в сетях с напряжением выше 1 кВ – с любым режимом нейтрали.

Заземляющим устройством называется совокупность заземлителя – проводников (электродов), соединенных между собой и находящихся в непосредственном контакте с землей, и заземляющих проводников, соединяющих заземленные части электроустановки с заземлителем.

В зависимости от места размещения заземлителя относительно заземляемого оборудования различают два типа заземляющих устройств: **выносное и контурное.**

Выносное заземляющее устройство размещается вне площадки, где расположено заземленное оборудование. Поэтому выносное заземляющее устройство называют также **сосредоточенным**. Выносное заземление применяют при малых значениях замыкания тока на землю в установках напряжением до 1 кВ, где потенциал заземлителя не выше допустимого напряжения прикосновения.

При **контурном заземлении** одиночные заземлители располагаются равномерно по периметру площадки, где расположено заземляемое оборудование. Поэтому контурное заземляющее устройство называется также **распределенным**. Внутри защищаемого контура достигается выравнивание потенциалов земли, что определяет минимальное значение напряжения прикосновения и шага.

Допустимое значение сопротивления заземляющих устройств регламентируется Правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

Значения сопротивления заземления:

для электроустановок напряжением до 1 кВ при изолированной нейтрали трансформаторов и генераторов сопротивление защитного заземления не должно превышать 4 Ом;

сопротивление защитного заземления 0,5 Ом в установках напряжением свыше 1000 В и большими токами замыкания на землю (500 А и более);

сопротивление защитного заземления не должно превышать 10,0 Ом при напряжениях менее 1000 В в пожароопасных помещениях.

Заземлители могут быть искусственные, предназначенные исключительно для целей заземления, и естественные – находящиеся в земле металлические предметы иного назначения.

Для искусственных заземлителей применяют обычно вертикальные и горизонтальные электроды.

В качестве вертикальных электродов часто используются стальные трубы с толщиной стенки не менее 3,5 мм и диаметром 5 –6 см, трубы диаметром 40–80 мм и длиной до 3 м, угловая сталь с толщиной полок не менее 4 мм длине 2,5 –3 м. Широко применяется также прутковая сталь диаметром не менее 10 мм, длиной до 10 м.

Для связи вертикальных электродов и в качестве самостоятельного горизонтального электрода применяется полосовая сталь сечением не менее 4 x 12мм и сталь круглого сечения диаметром не менее 6мм.

В качестве естественных заземлителей могут использоваться: проложенные в земле, водопроводные и другие металлические трубы (за исключением трубопроводов горючих жидкостей или взрывоопасных газов), металлические и железобетонные конструкции здания и сооружений, имеющие соединения с землей и др.

Расчет заземляющего устройства сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы. При этом общее сопротивление заземляющего устройства не должно превышать значений, установленных требованиями ПУЭ – 86.

Сопротивление растеканию тока от одиночного вертикального заземлителя, помещенного на глубину t_0 определяют по формуле

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2 * \rho * l} * \left(\ln \frac{2 * l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l}{4t - l} \right) \quad (7.1)$$

где $R_{\text{в}}$ – сопротивление растеканию тока одиночного вертикального заземлителя, Ом;

$\rho_{\text{расч}}$ – расчетное удельное сопротивление грунта, Ом м. (принимается по таблице 6.1 в зависимости от вида грунта с учетом коэффициента

коэффициента сезонности Ψ ; учитывающего возможность повышения сопротивления грунта в течение года. ($\Psi = 1,6$);

l – длина вертикального заземлителя, м;

d – наружный диаметр заземлителя, м;

t – расстояние от середины заземлителя до поверхности грунта, м. $t = t_0 + l/2$;

t_0 – расстояние от поверхности грунта до заглубленного заземлителя, м.

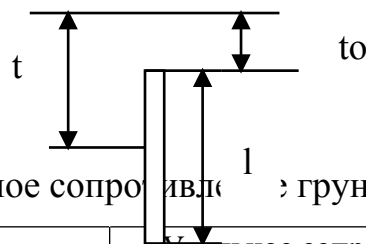


Таблица 7.1 – Удельное сопротивление грунта

Вид грунта	Удельное сопротивление грунта при влажности 10-20%, Ом м
Торф	40
Глина	70
Каменистая глина	100
Суглинок	150
Чернозем	200
Супесь	400
Песок	900
Известняк, мергель	1400
Скальный грунт	3000

Расчетное сопротивление грунта $\rho_{расч}$, Ом, для однослойной модели земли определяют по формуле

$$\rho_{расч} = \rho * \Psi, \quad (7.2)$$

где Ψ – коэффициент сезонности, учитывающий возможность повышения сопротивления грунта в течение года (таблица 6.1).

Упрощенные формулы для расчета:

$$R_{\text{в}} = 0,366 * \frac{\rho_{расч}}{l} * \lg \frac{4 * l}{d} \quad (7.3)$$

$$R_{\text{в}} = 0,9 * \frac{r_{\text{расч}}}{l} \quad (7.4)$$

Затем определяют приближенное число вертикальных заземлителей N по формуле

$$N = R_{\text{в}} / R_{\text{дон}} , \quad (7.5)$$

где $R_{\text{дон}}$ – допустимое сопротивление заземляющего устройства, Ом (ПУЭ–86).

Таблица 7.2 – Нормируемые значения величины сопротивления растеканию тока заземляющих устройств (для электроустановок напряжением до 1000 В)

Вид заземления	Напряжение в сети, В		
	220/127	380/220	660/380
	Нормируемое сопротивление, Ом		
Рабочее заземление нулевой точки трансформатора (генератора)	8	4	2
Повторное заземление нулевого провода на вводе в объект	20	10	5
Повторное заземление нулевого провода на воздушной линии	60	30	15

По числу вертикальных заземлителей и расстоянию между ними по графику (рисунок 7.1) определяют коэффициент использования вертикальных заземлителей

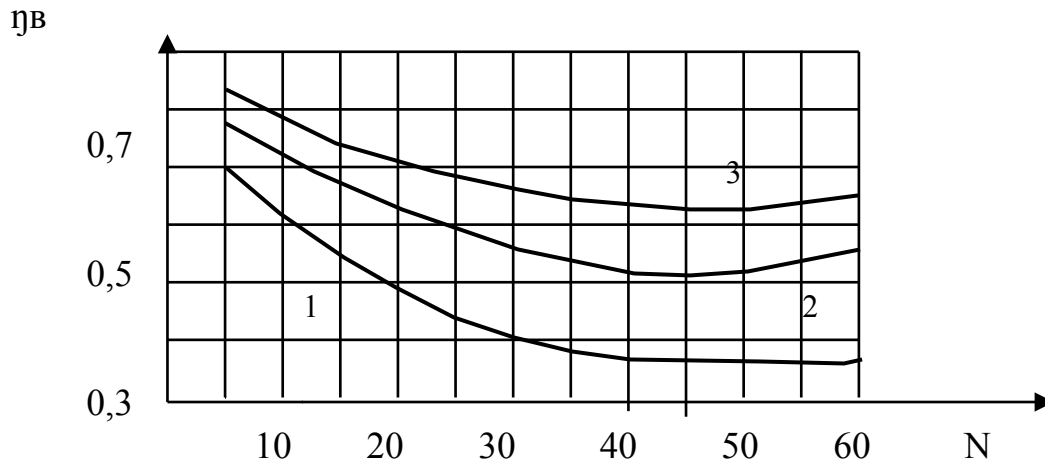


Рисунок 7.1 – График для определения коэффициента использования вертикальных заземлителей η_v (отношение расстояния между заземлителями к их длине (L^1 / l) : 1 – 1; 2 – 2; 3 – 3.)

Число вертикальных заземлителей с учетом коэффициента использования вертикальных заземлителей находят по формуле

$$N_1 = R_v / (R_{\text{доп}} * \eta_v) \quad (7.6)$$

Сопротивление соединительной полосы определяют по формуле

$$R_n = \frac{r_{\text{расч}}}{2 * \rho * L_n} * \ln \frac{2L_n^2}{B * t_0}, \quad (7.7)$$

где B – ширина полосы, м;

L_n – длина полосы, м

$$L_n = K * (N_1 - 1), \quad (7.8)$$

где K – расстояние между соседними вертикальными заземлителями, м

Упрощенные формулы

$$R_n = 2 \frac{r_{\text{расч}}}{L_n} \quad (7.9)$$

$$R_n = 0,366 \frac{r_{\text{расч}}}{L_n} * \lg \frac{2L_n^2}{B * t_0} \quad (7.10)$$

По графику (рисунок 6.2) находят коэффициент использования соединительной полосы.

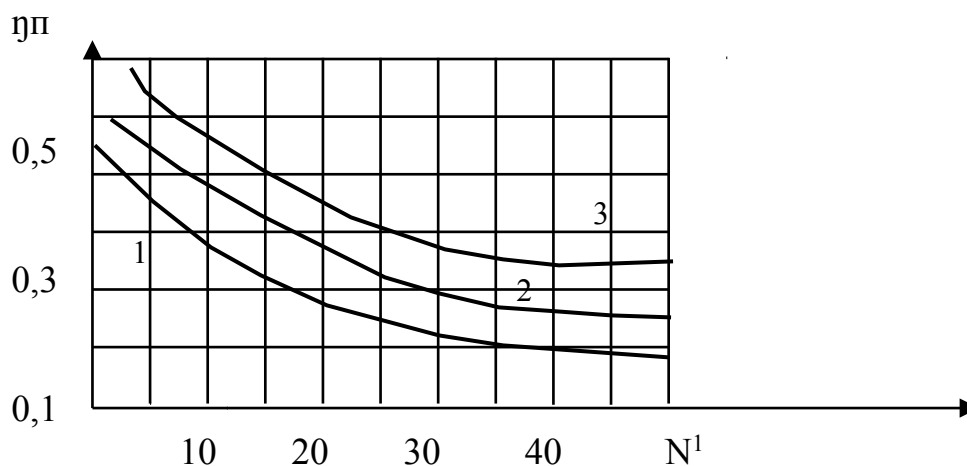


Рисунок 7.2 – График определения коэффициента использования соединительной полосы (отношение расстояния между заземлителями к их длине (L^1 / l) : 1 – 1; 2 – 2; 3 – 3.)

Вычисляем общее сопротивление заземляющего устройства

$$R_{общ} = \frac{R_в * R_n}{R_в * m_в + R_n * m * n} \quad (7.11)$$

Правильно рассчитанное заземляющее устройство должно отвечать требованиям $R_{общ} \leq R_{доп}$.

Если данное условие не выполняется, то необходимо увеличить число вертикальных заземлителей.

После расчета количества вертикальных заземлителей и определения общего сопротивления растеканию тока (заземляющего устройства) необходимо выбрать схему заземляющего устройства и показать её на эскизе.

3. Оборудование и материалы

Интерактивный электрифицированный стенд «Электробезопасность» представляет собой стенд с отдельной световой индикацией, на которой проиллюстрированы наиболее характерные случаи нарушения правил электробезопасности при работе с электроустановками и средства защиты от поражения электрическим током. В конструкцию учебного оборудования интегрированы высокочувствительные сенсоры для управления стендом при помощи магнитного воздействия приемно-

передающих устройств. Предусмотрено два режима эксплуатации: «Обучение» и «Контроль». В режиме «Обучение» при помощи элемента управления по контролю и обучению или с помощью пульта дистанционного управления выбирается одно из правил.

Выбранная секция отмечается светодиодной подсветкой и сопровождается подробным голосовым описанием «Виртуального учителя», который повествует о средствах защиты при работе с электроустановками.

В режиме «Контроль» программный код управления генерирует случайный вариант вопроса. При правильном или неправильном задании ответа загорается соответствующая принятым стандартам светодиодная индикация, неверный ответ также сопровождается шумом, имитирующим удар электрическим током.

Громкость «Виртуального учителя» регулируется при помощи сенсорного регулятора громкости, расположенного на лицевой стороне стенда, либо при помощи пульта дистанционного управления.

4. Указания по технике безопасности

1. К работе со стендом допускаются студенты после ознакомления с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ, ознакомленные с устройством и принципом действия стенда и правилами поведения в лаборатории «Безопасность жизнедеятельности».

2. В лаборатории запрещается находиться в верхней одежде, трогать и прикасаться к приборам, и установкам, не предназначенным для выполнения данной работы.

3. Включать в сеть лабораторный можно после проверки исправности защитного заземления, проверки преподавателем усвоения материала лабораторной работы и с его разрешения.

4. Во время проведения работы соединять схемы можно только используя стандартные переключатели не прикасаясь при этом к корпусу установки.

5. После выполнения замеров отключить установку, привести рабочее место в порядок и сообщить об окончании замеров преподавателю.

6. В лаборатории «Безопасность жизнедеятельности», соблюдать образцовую дисциплину, содержать рабочее место в идеальном санитарном состоянии.

5. Задания

5.1 Изучить в режиме «Обучение» основные вопросы обеспечения электробезопасности. Стенд позволяет получить информацию по следующим вопросам:

- работа со скрытой проводкой;
- установка выключателя в нулевом проводе;
- установка переносных заземляющих устройств в закрытом распределительном устройстве (ЗРУ);
- ремонт линейного разъединителя;
- указатели напряжения до 1000 В;
- предохранители;
- замена предохранителей;
- переносные заземления;
- заземление на воздушной линии с самонесущими изолированными проводами (СИП);
- подвеска проводов на разных уровнях;
- опасность однофазного и двухфазного прикосновения;
- предупредительные плакаты;
- эксплуатация предохранителей;
- работа с электроинструментом;
- горизонтальная подвеска проводов;
- индивидуальные комплекты экранирующей одежды;
- ограждение рабочего места;
- опасность двойного замыкания на землю;

- работа с применением грузоподъемных кранов;
- порядок осмотра электроустановок;
- указатели напряжения выше 1000 В;
- изолирующие лестницы и предохранительные монтерские пояса;
- шаговое напряжение;
- оборванный провод;
- установка предохранителя в нулевой провод;
- защитное заземление;
- двухполюсной указатель напряжения;
- бесконтактный сигнализатор напряжения.

5.2 Пройти тестирование в режиме «Контроль».

5.3 выполнить задание по теме работы

6. Содержание отчета

1. Титульный лист
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Результаты тестирования
6. Выводы.
7. Ваши предложения по совершенствованию лабораторной работы.

7. Контрольные вопросы и тестовые задания

Контрольные вопросы

Базовый уровень

1. Какое действие оказывает электрический ток, проходя через тело человека?
2. Какие виды поражения человека электрическим током происходят на практике?
3. От чего зависят характер воздействия электрического тока на организм?

еловека и тяжесть поражения?

4. Какой электрический/ ток опасен для человека?
5. Как влияет время действия электрического тока на опасность поражения?
6. Какие режимы нейтрали используют на практике.

Повышенный уровень

1. *Какую опасность представляет прямое прикосновение человека к проводам изолированной и заземленной нейтралью?*
2. *Как зависит величина тока, проходящего через тело человека от тактичного сопротивления фазных проводов?*
3. *Как зависит величина тока, проходящего через тело человека от емкости фазных и нулевого провода?*

Лабораторная работа 11

Тема: «Изучение приборов для измерения ионизирующих излучений»

1. Цель работы: познакомиться с основными дозиметрическими величинами, дозиметрическими приборами и измерить мощность эквивалентной дозы внешнего излучения в рабочем помещении (аудитории).

2. Теоретическая часть

Экспозиционная доза X – это величина полного заряда ионов одного знака Q , которые образуются в воздухе при полном торможении электронов и позитронов, освобожденных фотонами в единице массы воздуха m :

$$X = Q/m.$$

Установленная в СИ единица измерения экспозиционной дозы – кулон на килограмм (Кл/кг). Внесистемная, единица экспозиционной дозы – рентген (Р), названная по имени немецкого ученого К.В. Рентгена, открывшего X-лучи. Соотношения между этими единицами:

$$1\text{Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}; 1\text{Кл/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{Р}.$$

Поглощенная доза ($D_{\text{погл}}$) – средняя энергия dE , переданная веществу излучением в некотором элементарном объеме массой dm к массе вещества в этом объеме

$$D_{\text{погл}} = dE/dm.$$

Единица измерения в системе СИ – Грей (Гр). Соотношение между этой величиной и внесистемной единицей измерения рад (радиационная адсорбированная доза) следующая: $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$.

Биологический эффект облучения при прочих равных условиях различен для разных видов излучения прежде всего потому, что он определяется не только величиной поглощенной энергии, но и характером

распределения этой энергии в облучаемом объекте. Разные виды излучений создают ионы с неодинаковым пространственным распределением. Для сравнения биологических эффектов, вызванных различными видами излучения используют понятие взвешивающий коэффициент (коэффициента качества излучения), который показывает во сколько раз радиобиологический эффект данного вида излучения больше радиобиологического эффекта образцового излучения, в качестве которого принято рентгеновское излучение с энергией фотонов 250 кэВ, при одной и той же поглощенной дозе:

$$\eta = D_o/D,$$

где η – относительная биологическая эффективность;

D_o и D – поглощенные дозы образцового и данного излучения. Для α – излучения $\eta = 20$, для нейтронного излучения $\eta = 10$; для β – излучения, γ – излучения, рентгеновского излучения $\eta = 1$.

Эквивалентная доза определяется как произведение поглощенной дозы на взвешивающий коэффициент:

$$D_{\text{экв}} = D_{\text{погл}} * \eta$$

Единица измерения – Зиверт (Зв).

Внесистемная размерность – бэр (биологический эквивалент рада).

Соотношение:

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} = 100 \text{ бэр} = 100 \text{ рад}.$$

Чувствительность различных органов к действию ионизирующих излучений неодинакова. Для ее оценки используют понятие коэффициент радиационного риска (КРР). Его значения: для красного костного мозга и легких – 0,12; костной ткани и щитовидной железы – 0,03; для половых желез – 0,25; для организма в целом – 1.

С учетом КРР вычисляют эффективную эквивалентную дозу ($D_{\text{эфф.экв}}$):

$$D_{\text{эфф.экв}} = \sum \sum_{i=1}^n D_{\text{экв}i} * KPP_i \quad (7.5)$$

где n – количество учитываемых при облучении органов и тканей.

Данный показатель позволяет учесть суммарный эффект облучения всего организма.

Мощность дозы – отношение фактической величины дозы (экспозиционной, эквивалентной, поглощенной) к единице времени. Единицы измерения, например, Зв/год, Р/ч, Гр/с, мЗв/ч и др.

Фиксированная эффективная эквивалентная доза (CEDE — the committed effective dose equivalent)– это оценка доз радиации на человека, в результате ингаляции или употребления некоторого количества радиоактивного вещества. CEDE выражается в бэрах или зивертах (Зв) и учитывает радиочувствительность различных органов и время, в течение которого вещество остается в организме (вплоть до всей жизни). В зависимости от ситуации, CEDE может также иметь отношение к дозе облучения определенного органа, а не всего тела.

Эффективная и эквивалентная дозы — это нормируемые величины, то есть, величины, являющиеся мерой ущерба (вреда) от воздействия ионизирующего излучения на человека. К сожалению, они не могут быть непосредственно измерены. Поэтому в практику введены операционные дозиметрические величины, однозначно определяемые через физические характеристики поля излучения в точке, максимально возможно приближенные к нормируемым. Основной операционной величиной является амбиентный эквивалент дозы (синонимы — эквивалент амбиентной дозы, амбиентная доза).

Амбиентный эквивалент дозы $H^*(d)$ — эквивалент дозы, который был создан в шаровом фантоме МКРЕ (международной комиссии по радиационным единицам) на глубине d (мм) от поверхности по диаметру, параллельному направлению излучения, в поле излучения, идентичном рассматриваемому по составу, флюенсу и энергетическому распределению, но мононаправленном и однородном, то есть амбиентный эквивалент дозы $H^*(d)$ — это доза, которую получил бы человек, если бы он находился на

месте, где проводится измерение. Единица амбиентного эквивалента дозы — зиверт (Зв).

Радиационный фон территории – это исторически сложившаяся на конкретной территории совокупность всех видов ионизирующего излучения, образовавшихся от природных и искусственных источников.

Радиационный фон территории можно представить в виде формулы:

$$\mathbf{РФ = ЕРФ + ТИЕРФ + ИРФ},$$

где **РФ** - радиационный фон территории;

ЕРФ - естественный радиационный фон - представляет собой совокупность ионизирующих излучений, действующих на человека на поверхности земли. Ионизирующее излучение образуется при распаде атомов находящихся в почве, воздухе и приходящее из космоса (Солнечное излучение и галактическое);

ТИЕРФ – техногенно измененный естественный радиационный фон - это совокупность ионизирующих излучений от источников, претерпевших определенные изменения в ходе деятельности человека.

Например:

- полезные ископаемые , извлеченные на поверхность Земли из её недр;
- отвалы горной или иной породы, извлеченные на поверхность Земли;
- радиоактивные вещества, поступившие в окружающую среду в результате сгорания органического топлива (нефти, природного газа, каменного угля, торфа).

ИРФ - искусственный радиационный фон совокупность ионизирующих излучений образующихся при распаде атомов, которые попали в биосферу в результате атомных взрывов, радиационных аварий, из отходов ядерной энергетики.

Поэтому при выборе места отдыха, строительства жилого дома или предприятия, нужно провести обследование местности на предмет радиационной активности. В случае, когда фиксируется непозволительно высокий ее уровень, проводится выявление причин этого явления.

В помещениях, особенно кирпичных или железобетонных, радиационный фон чуть выше вследствие того, что строительные материалы содержат, как правило, природные радионуклиды.

Учитывая сложность восприятия понятия **«радиационный фон территории»**, а также тот факт, что большинство дозиметрических приборов регистрируют гамма-компоненту радиационного фона, мы в дальнейшем будем говорить только о **гамма-фоне территории**.

По правилам радиационной безопасности для строительства жилых зданий и зданий социально-бытового назначения допустимым считается **гамма-фон** не выше 30 мкР/ч (микрорентген в час) или 0,3 мкЗв/ч. Если речь идет о производственных сооружениях, то их можно возводить на участках с уровнем гамма-излучения не выше 60 мкР/ч (0,6 мкЗв/ч).

Таким образом, на территории повседневной (бытовой) жизнедеятельности человека радиационный гамма-фон не должен превышать 0,3 мкЗв/ч. В случае регистрации более 0,3 мкЗв/ч необходимо оповестить территориальных специалистов МЧС или Роспотребнадзора, которые проведут необходимое обследование.

На территории России гамма-излучение очень неравномерное, оно колеблется в пределах от 6 микрорентген в час (Карпинск, Краснотурьинск) и до 60 микрорентген в час (Брянская область).

Столь высокий показатель фона в Брянской области связан с тем, что там природный уровень фона был усугублен техногенным радиоактивным загрязнением, имевшем место быть в результате чернобыльской аварии.

Таблица 7.1 – Данные гамма фона на территории некоторых городов (измерения проведены в 2011 года, прибор дозиметр гамма-излучения ДКГ-03Д «Грач»)

Место измерения	Результат (мкЗв/ч)
г. Москва	
здание Киевского ж/д вокзала	0,12 + 10%
территория Красной площади	0,11 + 11%
г. Ярославль	

цент моста через р. Волгу	0,07 + 20%
пароход в центре р. Волга	0,05 – 0,07 + 18%
с. Карабиха усадьба Ф. Некрасова, территория	от 0,09 до 0,11 + 6%
территория женского монастыря, постройка начала 17 века	0,09 – 0,12 + 12%
г. Калуга	
территория возле памятника Э.К. Циолковскому	0,08 – 0,1 + 5%
территория городского парка им. Э.К. Циолковского	0,12 – 0,16 + 10%
г. Новозыбков Брянская область	
центр города	0,2 + 11%
территория спортивной площадки сельскохозяйственного техникума	0,16 – 0,21 + 5%
вблизи города Новозыбкова лесной массив	0,20 - 0,35 + 9%

Предельно допустимые дозы ионизирующих излучений регламентируются в нашей стране следующим документам:

ОСПОРБ-99/2010 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности;

СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009».

Дозиметрические приборы предназначены для определения уровней радиации на местности, степени заражения одежды, кожных покровов человека, продуктов питания, воды, фуража, транспорта и других различных предметов и объектов, а также для измерения доз радиоактивного облучения людей при их нахождении на объектах и участках, зараженных радиоактивными веществами.

В соответствии с назначением дозиметрические приборы можно подразделить на приборы: радиационной разведки местности, для контроля степени заражения и для контроля облучения.

В группу приборов для радиационной разведки местности входят индикаторы радиоактивности и рентгенометры; в группу приборов для

контроля степени заражения входят радиометры, а в группу приборов для контроля облучения — дозиметры.

Принципиальных различий между способами детектирования активности и дозы нет, но в дозиметрии градуировка приборов осуществляется в единицах дозы и/или мощности дозы.

Дозиметры по принципу детектирования подразделяются на:

- 1)химические;
- 2)фоточувствительные;
- 3)термолюминисцентные;
- 4)электростатические;
- 5)газоразрядные;
- 6)сцинтилляционные;
- 7)полупроводниковые.

Детекторы дозиметров принципиально не отличаются от детекторов радиометров. Детектором может быть:

- ионизационная камера (применяется в прямо показывающих приборах, имеющих компактные размеры и похожи на авторучку);
- газоразрядный счётчик Гейгера-Мюллера;
- специальный полупроводниковый диод и другие.

Задача детектора преобразовать воздействие ионизирующего излучения в электрический сигнал, удобный для обработки и измерения. Проникая в детектор дозиметра, частицы вызывают электрический ток, который тем больше, чем больше частиц проникает в детектор.

Блок памяти и микропроцессорная обработка результатов позволяют индицировать накопленную дозу, осуществлять прочие виды обработки результатов измерений. Электроника дозиметра обрабатывает полученные характеристики тока детектора и преобразует их в визуальный вид, отображаемый на табло (экране) прибора.

В зависимости от способа вывода информации дозиметры бывают:

- 1)индицирующие мощность дозы (прямо показывающие);

- 2)индицирующие дозу (накапливающие);
- 3)универсальные.

Прямо показывающие – это приборы, которые непосредственно показывают мощность дозы в текущее время. Для накапливающих дозиметров необходимо определить промежуток времени, по истечении которого прибор показывает дозу, накопленную за это время. Универсальные приборы могут работать как прямо показывающие, так и в качестве накапливающих приборов.

Дозиметры бывают беспороговые и пороговые. Последние позволяют обнаружить только превышение предустановленного изготовителем нормативного уровня радиации по принципу "да-нет".

В зависимости от области применения (диапазона мощности доз) дозиметры подразделяются на:

- 1)бытовые
- 2)профессиональные.

Бытовые дозиметры выпускаются в основном для лиц из населения и используются для измерения малых (на уровне фона) доз. Профессиональные дозиметры используются, как правило, персоналом и предназначены для оценки радиационной обстановки на ядерных объектах.

3. Оборудование и материалы

Дозиметр гамма-излучения ДКГ-03Д «Грач» (рисунок 7.1). Порядок работы с прибором представлен в Приложении А.

Дозиметр индивидуальный рентгеновского и гамма-излучения ДКГ-РМ 1621 (рисунок 7.2) Порядок работы с прибором представлен в Приложении Б.

Комплект дозиметров прямопоказывающих ДДГ-01Д

Дозиметр предназначен для измерений:

- мощности амбиентного эквивалента дозы гамма излучения $H^*(10)$ (далее МАЭД);
- амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения $\dot{H}^*(10)$ (далее АЭД).

Дозиметр применяется на предприятиях атомной энергетики и радиохимического производства, в промышленности при использовании источников ионизирующего излучения, пунктах специального и таможенного контроля, а также в экологических службах и санитарно-эпидемиологических станциях.

Дозиметр может использоваться населением для контроля радиационной обстановки.



Рисунок 7.1 – Дозиметр гамма-излучения ДКГ-03Д «Грач»



Рисунок 7.1 – Дозиметр индивидуальный рентгеновского и гамма-излучения ДКГ- РМ 1621

Порядок работы с дозиметрами разных типов различен, но существуют следующие общие правила для работы с ними:

- убедившись в исправности питания дозиметра, включить его и по истечении определённого для данного дозиметра времени проверить его работоспособность;
- установить режим измерения МЭД;
- измерить фон на рабочем месте;
- установить число среднеквадратичных отклонений по фону;
- к объекту измерения прибор следует подносить как можно ближе;
- избегать нахождения между объектом измерения и дозиметром посторонних предметов;
- при обнаружении локального источника излучения, измерить максимальное значение МЭД.

4 Указания по технике безопасности

1. К работе с установкой допускаются лица, ознакомленные с ее устройством, принципом действия и мерами безопасности.
2. Запрещается при очистке воды конкретным фильтром или установкой устанавливать расход воды, превышающий значение 0,5 л/мин.

3. Запрещается включать напряжение на установке очистительной «Изумруд» без предварительной подачи воды.

4. При появлении протечек в гидросистеме следует прекратить проведение лабораторной работы до устранения неисправности.

5. Использовать при работе только холодную воду. Вода температурой выше 35°C повредит фильтры.

6. Избегайте резкого открывания кранов. Вода в системе находится под давлением. Это может привести к механическому разрушению водоочистителей с соответствующими последствиями.

5 Задания

1. Включите дозиметр (в случае применения дозиметра ДКГ-03Д «Грач» (тумблер на верхней стороне прибора)). На экране появятся результаты измерения мощности эквивалентной дозы (мкЗв/ч) и точность измерения (%).

2. Нажимом кнопки «Режим» переведите прибор в накопительный режим измерения дозы излучения (мЗв).

3. Провести измерение гамма-фона в здании (помещении). В жилых помещениях измерение гамма-фона проводится в центре комнаты. В зависимости от строительного материала гамма-фон в помещении может быть несколько больше, чем на улице. Допустимо превышение гамма-фона над уличным не более чем на 0,2 мкЗв/ч (20 мкР/ч). Например, среднее значение гамма-фона на территории населенного пункта 0,15 мкЗв/ч, то в помещении допустимым считается $0,15 + 0,2 = 0,35$ мкЗв/ч.

В каждом помещении производится не менее 5 измерений с использованием дозиметра на высоте 1 метр, по, так называемому методу конверта, - по одному измерению у каждой стены и в центре помещения.

Далее, проводят обследование территории. По каждому земельному участку проводится не менее 5-ти измерений по методу конверта - не менее 4-х по периметру и не менее одного в центре земельного участка.

Результаты представить в табличной форме (таблица 7.2)

Таблица 7.2 – Результаты исследований				
Наименование фильтра	№ точки	Мощность эквивалентной дозы, мкЗв/ч	Погрешность, %	Интегральная мощность дозы за 5 мин.
Помещение 1	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	Средняя мощность дозы по 5 измерения			
Территория	м			
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			

Пример: в течение многих лет на территории футбольного поля проводили замеры гамма-фона. Среднее значение равно 0,13 мкЗв/ч. Погрешность измерения составляет 30% или 0,04 мкЗв/ч, то есть значение гамма-фона находится в границах от 0,09 до 0,17 мкЗв/ч. При очередных измерениях гамма-фона получили результат - 0,25 мкЗв/ч.

Следовательно, произошло повышение гамма фона в среднем на 0,12 мкЗв/ч = 0,25 мкЗв/ч - 0,13 мкЗв/ч. Значение 0,12 мкЗв/ч является

ориентировочным и утверждать, что именно на данную величину произошло увеличение гамма-фона нельзя. Любой прибор имеет погрешность измерения. Поэтому правильно следует говорить: произошло повышение гамма-фона на 0,12 мкЗв/ч с погрешностью 30%. Величина погрешности для конкретного прибора указывается в его паспорте или инструкции по эксплуатации. В данном случае необходимо повести повторное измерение. Причиной возможного повышения радиационного фона (в рассмотренной ситуации) может быть, например, изменение метеоусловий (обильное выпадение осадков до или во время измерений, промерзание почвы).

Измерение гамма-фона не следует проводить во время сильных дождей, снегопада, а также при температуре, выходящей за пределы рабочего диапазона дозиметра.

Порядок измерения в каждой точке.

Установить дозиметр и включить секундомер. Через 5 минут снимите показания прибора – величину дозы излучения (D , мЗв). Рассчитайте мощность дозы P в этих условиях ($P = D/t$, мкЗв/ч).

Нажимом кнопки «Режим» переведите прибор в режим измерения мощности дозы излучения, запишите несколько показаний прибора (P , мкЗв/ч).

Рассчитать среднюю мощность дозы по пяти измерениям ($P_{\text{изм}}$, мкЗв/ч).

Сравнить мощности эквивалентной дозы по показаниям прибора во время измерений и вычисленной по накопленной за 5 мин дозе.

4. По усредненным показаниям мощности дозы рассчитайте безопасное время работы ($t_{\text{безоп}}$) с данным источником излучения в течение недели.

5. Рассчитайте безопасное расстояние ($R_{\text{безоп}}$), обеспечивающее безопасную работу без ограничения времени для персонала.

Результаты запишите и сделайте выводы.

6 Содержание отчета

1. Титульный лист;
2. Цель работы;
3. Краткий конспект теоретического материала;

4. Результаты измерений

1) Прибор № _____

Измерение дозы в течение $t = 5$ мин: $D =$ Расчет мощности дозы: P
 $= D / t =$

2) Измерения мощности дозы: $P_1 =$

$P_2 = P_3 =$

Расчет средней мощности дозы $P_{\text{изм}} = (P_1 + P_2 + P_3) / 3 =$

3) Безопасное время работы ($t_{\text{безоп}}$) =

4) Безопасное расстояние ($R_{\text{безоп}}$) =

5. Выводы:

6. Ваши предложения по совершенствованию лабораторной работы.

7. Контрольные вопросы и тестовые задания

Контрольные вопросы

Базовый уровень

1. Как связаны доза излучения и активность радионуклида?
2. Какой вид дозы используется только для оценки внешнего рентгеновского или гамма-излучения?
3. Можно ли рассчитать дозу внешнего излучения? От каких параметров и как она зависит?
4. Чему равны основные дозовые пределы для профессиональных работников (персонала) и для населения?
5. Как рассчитать безопасные мощности дозы для профессионалов и для населения?
6. В чем заключается действие ионизирующего излучения на живой организм?

7. Что такое предел годовой эффективной (или эквивалентной) дозы ионизирующего излучения и для каких групп людей она назначается?
8. В каких единицах в системе СИ измеряется поглощенная доза ионизирующего излучения?
9. В каких единицах в системе СИ измеряется активность радиоактивного вещества?
10. Учитывается ли естественное ионизирующее излучение при задании предела эффективной дозы?
11. В каких единицах в системе СИ измеряется эквивалентная доза ионизирующего излучения?
12. Что такое ожидаемая эффективная доза ионизирующего излучения?
13. В каких единицах в системе СИ измеряется эффективная доза ионизирующего излучения?
14. Что такое коллективная эффективная доза ионизирующего излучения?

Повышенный уровень

- 1. Дайте характеристику дозиметру ДКГ-03Д «Грач».*
- 2. Во сколько раз изменится доза излучения, если расстояние от точечного источника увеличить в 5 раз?*
- 3. На расстоянии 10 см от источника излучения мощность дозы в 25 раз выше допустимой. На каком расстоянии от источника уровень радиации станет безопасным? Дайте обоснование.*
- 4. Профессионал работает в лаборатории, где мощность дозы гамма-излучения составляет 100 мкЗв/ч. Оцените данную величину (сравните с допустимыми пределами). Сколько часов в неделю профессионал может безопасно работать в этих условиях?*
- 5. Как при оценке эффективной дозы учитывается чувствительность тканей человека к ионизирующему излучению?*

7. Могут ли быть превышены предельные дозы ионизирующего излучения?

8. Как оценивается риск заболеваний от воздействия ионизирующего излучения?

9. Найдите величину риска неблагоприятных изменений здоровья ребенка, живущего в помещении с естественным фоном ионизирующего излучения, создающим мощность эквивалентной дозы на уровне $0,3 \text{ мкЗв/ч}$, если предполагается, что он проживет в этом помещении 30 лет, находясь в нем 24 часа в сутки с вероятностью 0,5.

10. Назовите основные принципы организации захоронения радиоактивных веществ.

11. Нормируется ли облучение населения от природных источников ионизирующего излучения?

8 Список литературы

Основная литература

1. Безопасность жизнедеятельности : учебник для вузов / [С. В. Белов, В. А. Девисилов, А. В. Ильиницкая и др.] ; под ред. С. В. Белова . - Изд. 8-е, стер. - М. : Высшая школа, 2012. - 616 с.

Дополнительная литература

1. ОСПОРБ-99/2010 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности;

2. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009».

Приложение А

Технические параметры дозиметра гамма-излучения ДКГ-03Д «Грач» и порядок работы с ним

Высокочувствительный дозиметр Грач ДКГ-03Д осуществляет мониторинг окружающей среды, то есть проводит радиационные обследования как открытой местности, так и закрытого помещения. Принцип действия устройства основан на измерении так называемого ионизирующего излучения и преобразования полученных результатов в электрические импульсы, которые с помощью микропроцессорной техники легко конвертировать в любой удобный для пользователя формат. Доза радиации определяется в микрозивертах в час, исходя из соотношения количества заряженных радиоактивных частиц, фиксируемых прибором, за определенный период времени. Дозиметр способен распознать альфа-, бета- и гамма – излучения, поэтому детектором прибора служит счетчик Гейгера–Мюллера, обладающий высокими показателями чувствительности и эффективности.

Измерения проводятся непрерывно с заданной необходимой погрешностью, все результаты, а также статическая погрешность сохраняются и выводятся на дисплей. Время проведения измерений составляет 20-40 секунд, а время подготовки устройства к работе занимает менее 5 секунд. Функция звуковой сигнализации, с частотой звука, пропорциональной величине определяемой мощности ионизирующего излучения, позволяет определить радиационное загрязнение в случае выхода из строя двухстрочного дисплея. Дозиметр ДКГ-03Д имеет два канала измерения: эквивалентной дозы излучения и его мощности. Прибор способен работать в любых климатических условиях, так как обладает прочным полимерным корпусом.

Основные характеристики прибора представлены в таблице А.1.

Таблица А.1 – Технические характеристики дозиметра гамма-излучения ДКГ-03Д «Грач»

Параметр	ДКГ-03Д Грач
Диапазон изм. мощности дозы, мкЗв/ч	0,1-10000
Диапазон изм. энергий излучения, МэВ	0,05-3
Чувствительность, в ед. чувств-ти СБМ-20	2,5
Время выдачи первого (оценочного) результата, сек, для фона	2
Вес, кг	0,2
Индикация погрешности	да
Производство	Прибор российского Производства, аттестован МЧС России

Включение/ключение С Р дозиметра

Включить дозиметр нажатием выключателя, на индикаторе появятся надписи:

- в верхней строке 0,00 $\mu\text{Зв}\cdot\text{ч}^{-1}$;
- в нижней строке значки *****.

Через 2–3 с в верхней строке появятся показания МАЭД, а в нижней строке статистическая погрешность измерения в процентах. Если надпись по этому пункту сохраняется более 10 с, значит, дозиметр неисправен.

Для выключения дозиметра необходимо нажать на выключатель.

Выбор режима измерения

Дозиметр одновременно работает в двух режимах:

- измерение МАЭД (мощность амбиентной эквивалентной дозы);
- измерение АЭД (амбиентная эквивалентная доза).

Значения измеряемой величины отображаются на индикаторе. Для просмотра значений нужной величины необходимо нажать на кнопку «РЕЖИМ».

Запуск измерения

Запуск измерения в любом режиме производится нажатием кнопки «ПУСК». При этом

начинается процесс измерения только той величины (МАЭД или АЭД), которая индицируется в

момент нажатия кнопки. Идущее одновременно с этим измерение другой величины

продолжается.

Измерение МАЭД

При измерении МАЭД на индикаторе отображаются:

1) в верхней строке – измеренное значение МАЭД в Зв·ч-1, перед размерностью

индицируется множитель:

-

μ микро (10^{-6})

m милли (10^{-3});

2) в нижней строке – статистическая погрешность измерений в процентах.

Измерения МАЭД в каждой новой точке начинаются после нажатия кнопки «ПУСК». Считывание показаний с индикатора следует производить при достижении необходимой статистической погрешности, индицируемой в нижней строке.

Время измерения МАЭД не ограничено. В режиме измерения МАЭД происходит непрерывное уточнение показаний по мере увеличения продолжительности времени измерений, при этом на индикаторе отображается уменьшающееся значение статистической погрешности.

ВНИМАНИЕ ! Дозиметр показывает среднее значение МАЭД за все время измерения.

Поэтому, если значение МАЭД изменилось, а перезапуск не осуществлен, то новое значение МАЭД дозиметр будет показывать через очень большой промежуток времени.

Автоматический перезапуск измерений МАЭД.

При изменении измеряемой МАЭД, превышающем статистический разброс, дозиметр без вмешательства пользователя перезапускает измерение МАЭД. При этом подается короткий звуковой сигнал.

ВНИМАНИЕ ! Такие автоматические перезапуски изредка возможны и при работе дозиметра в постоянном поле излучения. Они вызваны не отказом дозиметра, а статистическими свойствами измеряемой величины.

Измерение АЭД

При измерении АЭД на индикаторе отображаются:

- 1) в верхней строке - надпись «Доза»;
- 2) в нижней строке – измеренное значение АЭД в Зв, перед размерностью индицируется

множитель:

- п пико (10-12);
- н нано (10-9);
- μ микро (10-6);
- m милли (10-3).

Включение подсветки индикатора

Индикатор дозиметра подсвечивается при нажатой кнопке «СВЕТ».

Включение/выключение дозиметра подсвечи

При регистрации каждого гамма-кванта дозиметр издает щелчок. Для отключения/включения этих звуков следует нажать кнопку «ЗВУК».

Приложение Б

Технические параметры дозиметра индивидуального рентгеновского и гамма-излучения ДКГ-РМ 1621 и порядок работы с ним

Предназначен для:

непрерывного измерения индивидуальной эквивалентной дозы и мощности индивидуальной эквивалентной дозы (МЭД) гамма- и рентгеновского излучений.

Имеется возможность:

- непрерывного измерения времени набора ЭД;
- передачи информации, накопленной и сохранённой в энергонезависимой памяти, по инфракрасному каналу связи в компьютер с помощью адаптера.

Дополнительная информация о приборе

Дозиметр имеет следующие режимы работы:

- режим индикации МЭД фотонного излучения;
- режим индикации ЭД фотонного излучения;
- режим индикации номера дозиметра;
- режим обмена информацией с ПЭВМ;
- режим установок;
- режим индикации частичного и критического разряда элемента питания;
- режим выдачи звуковой сигнализации при превышении установленных порогов по ЭД и МЭД.

На передней панели прибора выведены следующие элементы:

ЖКИ (жидкокристаллический индикатор), на котором расположены элементы индикации (рисунок Б.1):

1. аналоговая шкала МЭД (семь сегментов),

2. цифровое табло МЭД в режиме индикации МЭД, ЭД в режиме индикации ЭД, года выпуска в режиме индикации номера дозиметра, индикации включения ИК канала связи (oFF/on) в режиме связи с ПЭВМ,

3. цифровое табло индикации коэффициентов вариации в % в режиме индикации МЭД, времени накопления ЭД в тысячах часов (h) в режиме индикации ЭД, месяца выпуска в режиме индикации номера дозиметра,

4. цифровое табло индикации времени усреднения (в секундах) значений МЭД и времени накопления ЭД в соответствующих режимах индикации;

- кнопка СВЕТ/УСТ (LIGHT/SET) для включения подсветки ЖКИ, включения режима обмена с ПЭВМ, входа/выхода в режим установок;
- кнопка РЕЖИМ (MODE) для выбора режима индикации дозиметра (МЭД, ЭД, номера дозиметра, связи с ПЭВМ);
- отверстие вывода звуковой сигнализации;
- окно приёма/передатчика ИК канала связи;
- детектор;
- винт – крышка батарейного отсека.



Рисунок Б.1 – Дозиметр индивидуальный рентгеновского и гамма-излучения ДКГ- РМ 1621

1. Цифровое табло МЭД;
2. Цифровое табло индикации в разных режимах:
 - времени усреднения в с,
 - коэффициента вариации в %,
 - времени накопления ЭД в тысячах часов (h),
 - месяца выпуска;
3. Кнопка СВЕТ/УСТ;
4. Окно приёма – передатчика ИК канала;
5. Кнопка РЕЖИМ;
6. Детектор;
7. Винт-крышка батарейного отсека

Технические характеристики представлены в таблице Б.1

Таблица Б.1 - Технические характеристики дозиметра индивидуальный рентгеновского и гамма-излучения ДКГ- РМ 1621

Диапазон измерения МЭД РМ 1621	0,1 мкЗв/ч – 0,1 мЗв/ч
Диапазон регистрируемых энергий	10 кэВ – 20 МэВ
Диапазон установки порогов по МЭД	во всем диапазоне измерения МЭД
Дополнительные функции	режим связи с ПК
Диапазон измерения дозы	1 мЗв – 9,99 Зв
Время срабатывания при скачкообразном изменении МЭД, не более	5 с – при увеличении 10 с – при уменьшении
Диапазон установки порогов по дозе	во всем диапазоне измерения дозы

Порядок работы с дозиметром ДКГ-РМ1621 в основном режиме

1. После подсоединения питания дозиметр производит тестирование ЖКИ (на 2 с включается и гаснет индикация всех элементов), затем дозиметр переходит в режим измерения. Через 1 минуту дозиметр готов к использованию.

2. С помощью верхней кнопки производится выбор режима индикации (МЭД, ЭД, номера дозиметра, связи с ПЭВМ).

3. В режиме измерения МЭД на верхнем цифровом табло индицируется значение МЭД.

В режиме измерения ЭД на верхнем цифровом табло индицируется значение, на нижнем – время накопления в ЭД часах; на правой части этого табло индицируется время накопления в ЭД тысячах часов (если это время менее тысячи – индицируется символ «h»).

Лабораторная работа 12

Тема: «Исследование ультрафиолетового излучения и способности различных материалов задерживать и поглощать его»

1. Цель работы

Изучить основные принципы нормирования безопасных уровней ультрафиолетового излучения (УФ-излучения); ознакомиться со средствами защиты от УФ-излучения; исследовать способность различных материалов задерживать и поглощать УФ-излучение области УФ-А (315-400 нм), УФ-В (280-315 нм), УФ-С (200-280 нм).

2. Теоретическая часть

УФ-излучение – это электромагнитные волны с длиной волны от 0,0136 до 0,4 мкм (таблица 7.1, рисунок 7.1). Различают три участка спектра УФ-излучения, имеющих различную биологическую активность. УФ-излучение с длиной волны 0,4...0,315 мкм (А) имеет слабое биологическое воздействие. УФ-лучи в диапазоне 0,3154...0,28 мкм (В) оказывают сильное воздействие на кожу и обладают противорахитичным действием. УФ-излучение с длиной волны 0,28...0,2 мкм (С) обладают бактерицидным действием.

Таблица 7.1 – Характеристика ультрафиолетового излучения

Наименование	Длина волны в нанометрах
Ближний	400-300 нм
Ультрафиолет А, длинноволновый диапазон	400-315 нм
Средний	300-200 нм
Ультрафиолет В, средневолновый диапазон	315-280 нм
Дальний	200-122 нм
Ультрафиолет С, коротковолновый диапазон	280-200 нм
Экстремальный	121-10 нм

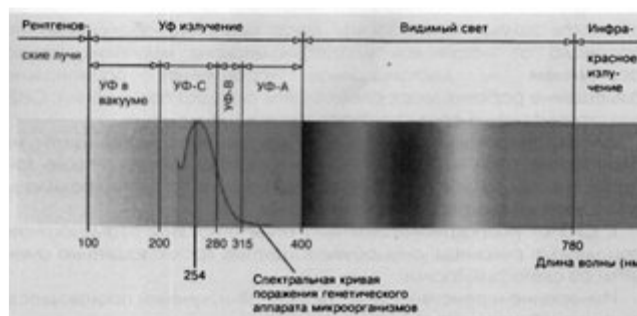


Рисунок 7.1 - Шкала электромагнитных волн

Основным естественным источником УФ-излучения является Солнце. Из всего спектра УФ-излучения Солнца только небольшая часть достигает земной поверхности. Остальная часть всего ультрафиолетового спектра, в особенности, коротковолновая, поглощается атмосферой, что оказывает сильное влияние на атмосферные процессы. Основными поглотителями УФ является озон (высоты 20 – 40 км), кислород, азот, водород и др. компоненты атмосферы (высоты 30 – 200 км). Искусственными источниками УФ-излучения являются газоразрядные источники света, электрические дуги, лазеры, ртутные выпрямители, автогенная сварка, плазменная резка и напыление, ртутно-кварцевые лампы, радиолампы и др. Тела начинают генерировать УФ при температуре нагрева выше 1200° С, интенсивность растет с увеличением температуры.

Почти вся потребность человека в УФ-излучении покрывается за счет естественной радиации Солнца. Однако содержание ультрафиолетовых лучей в солнечном спектре подвержено большим изменениям (сезонные колебания в интенсивности солнечной радиации, широта местности и т.д.). Специалистами рассматриваются следующие широтные зоны:

- 1) зона УФ-дефицита, охватывающая пространство от Крайнего Севера приблизительно до 57,5° с.ш. (ориентировочно граница зоны УФ-дефицита проходит по широте Ярославля, Челябинска, Омска, Красноярска);
- 2) зона УФ-комфорта, расположенная южнее первой до 42,5° с.ш. (примерно до широты Сухуми, Тбилиси).

Известно, что УФ-излучение является физическим фактором,

воздействие которого на биологические объекты может приводить как к положительным, так и к отрицательным последствиям в зависимости от спектрального состава излучения и от значения экспозиции поверхностной (или объемной) плотности энергии излучения.

Механизм возникновения биологических реакций в ответ на воздействие УФ-излучения сложен, многообразен и складывается из биофизических, гуморальных и нервно-рефлекторных процессов. Реакции организма на УФ-излучение зависят от длины волны излучения.

УФ-излучение области А отличается слабым биологическим действием, вызывающим преимущественно флуоресценцию.

Основное биологическое действие оказывает УФ-излучение области В. Это излучение вызывает основные изменения в коже (загарное и антирахитическое действие), крови, нервной системе, кровообращении и других органах.

УФ-излучение области С отличается большим разрушительным действием на клетку, так как обладает бактерицидным действием, вызывают коагуляцию белков и т. д.

Избыток и недостаток этого вида излучения представляет опасность для организма человека. Воздействие на кожу больших доз УФ-излучений вызывает кожные заболевания – дерматиты. Пораженный участок имеет отечность, ощущается жжение, зуд. При воздействии повышенных доз УФ-излучения на центральную нервную систему характерны следующие симптомы заболеваний: головная боль, тошнота, головокружение, повышенная температура тела, повышенная утомляемость, нервное возбуждение и т.д.

УФ-лучи с длиной волны менее 0,32 мкм, действуя на глаза, вызывают заболевание, называемое электроофтальмией. Человек уже на начальной стадии этого заболевания ощущает резкую боль и «песок в глазах», ухудшение зрения, головную боль. Заболевание сопровождается обильным слезотечением, а иногда светобоязнью и поражением роговицы. Оно быстро

проходит (через 1...2 дня), если не продолжается воздействие УФ-излучения.

УФ-излучение изменяет состав воздуха рабочей зоны: в нем образуется озон, оксид азота и пероксид водорода, ионизируется воздух.

При нормировании допустимых доз УФ-излучения учитывается необходимость ограничений при воздействии больших интенсивных доз для предотвращения «ультрафиолетовой недостаточности».

В качестве нормативной величины УФ-излучения в производственных помещениях устанавливаются допустимые плотности потока излучения в зависимости от длины волн при условии защиты органов зрения и кожи.

Допустимая интенсивность облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ и периода облучения до 5 мин., длительности пауз между ними не менее 30 мин. и общей продолжительности воздействия за смену до 60 мин. не должна превышать:

- ~ $50,0 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-А;
- ~ $0,05 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-В;
- ~ $0,001 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-С.

Допустимая интенсивность УФ-облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ (лицо, шея, кисти рук и др.), общей продолжительности воздействия излучения 50 % рабочей смены и длительности однократного облучения свыше 5 мин. и более не должна превышать:

- ~ $10,0 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-А;
- ~ $0,01 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-В.

Излучение в области УФ-С при указанной продолжительности не допускается.

Допустимая интенсивность УФ-облучения при использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук не должна превышать в области 1 Вт/м^2 для областей УФ-В и УФ-С (200...315 нм).

Оценка УФ-облучения производится по величине эритемной дозы. За

единицу эритерной дозы принят 1 эр, равный 1 Вт мощности УФ-излучения с длиной волны 0,297 мкм. Для профилактики достаточна приблизительно десятая часть эритерной дозы (60...90 мкэрмин/см²).

Измерение интенсивности и спектра УФ-излучений производится с помощью УФ-дозиметров (радиометров).

Основными защитными мерами от УФ-излучения являются: экранирование источников излучения, экранирование рабочих мест, применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), специальная окраска помещений и рациональное размещение рабочих мест. Для своевременного выявления вредного действия ультрафиолетового излучения проводятся медицинские осмотры.

Наиболее рациональными является экранирование (укрытие) источников излучения. В качестве экрана применяют различные материалы и светофильтры, не пропускающие или снижающие интенсивность УФ-излучения. Экранирование рабочих мест: рабочие места ограждают ширмами, щитками или устанавливают кабины высотой 1,8...2 м., а стенки их не должны доходить до пола на 25..30 см. для улучшения условий проветривания кабин.

Рабочие места должны быть расположены вне зоны действия источника ультрафиолетового излучения, если это допустимо по технологическим условиям. Стены и ширмы в цехах окрашивают в светлые тона (серый, желтый, голубой), применяя цинковые и титановые белила для поглощения УФ-излучения.

В качестве СИЗ применяют спецодежду (куртки, брюки), рукавицы, фартуки, щитки со светофильтрами или защитные очки. Одежда изготавливается из тканей, не пропускающих УФ-излучения (лен, хлопчатобумажная, поплин). Защитные очки и щитки укомплектовываются светофильтрами в зависимости от выполняемой работы. Полную защиту от УФ-излучения всех областей обеспечивает флинтглас (стекло, содержащее оксид свинца).

Для защиты кожи от УФ-излучения применяют мази с содержанием веществ, служащих светофильтрами (салол, салицилово-метиловый эфир и др.).

3. Оборудование и материалы

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Защита от ультрафиолетового излучения» предназначен для исследования способности различных материалов поглощать УФ-излучение. Оборудование конструктивно представляет собой стенд настольного моноблочного исполнения с ручным управлением (рисунок 7.2).



Рисунок 7.2 - Комплект учебно-лабораторного оборудования «Защита от ультрафиолетового излучения»

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Защита от ультрафиолетового излучения» представляет собой прибор, состоящий из корпуса, на котором размещены:

- 1) УФ радиометр с датчиком;
- 2) контейнер с комплектом светофильтров;
- 3) карман для установки испытуемых светофильтров;
- 4) розетка подключения прибора к сети с предохранителем;

- 5) кнопка включения прибора со световой индикацией;
- 6) внутри корпуса установлена лампа – источник УФ-излучения с пускорегулирующим аппаратом (ПРА);
- 7) к сети 220В прибор подключается шнуром (входит в комплект поставки).

Комплекту учебно-лабораторного оборудования «Защита от ультрафиолетового излучения» присущи следующие качества:

- 1) универсальность, которая выражается в возможности воспроизведения не только базовых экспериментов, но и более широкого круга задач;
- 2) гибкость, которая обеспечивается возможностью ручной компоновки требуемой конфигурации комплекта сообразно с задачами каждого конкретного эксперимента;
- 3) наглядность результатов работы;
- 4) современный дизайн комплекса с учетом требований эргономики, инженерной психологии и эстетики.

Устройство оборудования представлено на рисунке 7.3.



Рисунок 7.3 - Устройство оборудования:

1. УФ радиометр для измерения энергетической освещенности (в мВт/м²) в УФ области спектра.
2. Переключатель для измерения в области УФ-А (315-400 нм).
3. Переключатель для измерения в области УФ-В (280-315 нм).
4. Переключатель для измерения в области УФ-С (200-280 нм).

5. Датчик УФ-излучения.

6. Карман для установки испытуемого фильтра.

Внимание! Прибор рекомендуется включать только при установленном в карман фильтре.

7. Контейнер для размещения комплекта светофильтров.

8. Комплект светофильтров (10 шт.):

- ~ красный светофильтр;
- ~ желтый светофильтр;
- ~ зеленый светофильтр;
- ~ синий светофильтр;
- ~ стекло оконное 5 мм.;
- ~ акрил прозрачный 3 мм.;
- ~ фильтр брезентовый;
- ~ сварочный фильтр №3 (степень затемнения, $D_{in} = 9$);
- ~ сварочный фильтр №5 (степень затемнения, $D_{in} = 11$);
- ~ сварочный фильтр №7 (степень затемнения, $D_{in} = 13$).

Кнопка питания с индикацией и розетка подключения сетевого шнура представлена на рисунке 7.4.

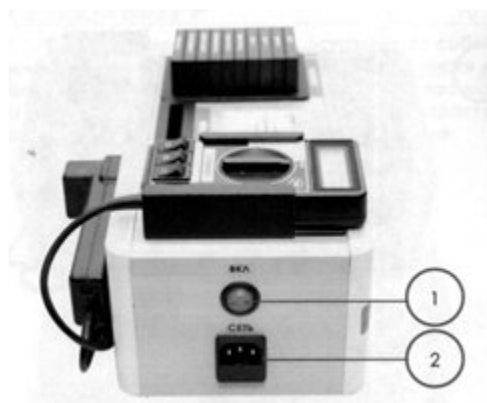


Рисунок 7.4 - Устройство оборудования (включение/выключение):

1. Кнопка включения/выключения.
2. Розетка подключения шнура.

4. Указания по технике безопасности

До начала работы каждый студент ДОЛЖЕН внимательно ознакомиться с настоящими правилами и расписаться в журнале учета инструктажа по технике безопасности.

Студент ОБЯЗАН выполнять следующие правила:

~ к работе с комплексом допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, ознакомленные с устройством прибора, его принципом действия и мерами безопасности в соответствии с требованиями, предусмотренными для соответствующего кабинета образовательного учреждения;

~ прибор должен эксплуатироваться в учебном кабинете в соответствии с требованиями, предъявляемыми к организации учебных кабинетов, с нормами расстановки оборудования и условиями работы.

Перед началом работы:

~ проверить отсутствие внешних повреждений элементов изделия, тумблеров, переключателей и т.п.;

~ убедиться в целостности крышек электророзеток, выключателей питания, электровилки и подводящего кабеля;

~ использовать только исправные разъемы электропитания. Убедиться, что они имеют плотное соединение. При использовании «тройников» и удлинителей, убедиться в надежности их крепления;

~ при включении в сеть убедиться в том, что все кнопки панели управления находятся в положении «выключено».

Во время работы:

~ не оставлять без присмотра включенный прибор;

~ соблюдать правила эксплуатации электротехнического оборудования, не подвергая его механическим ударам, не допускать падения;

~ отключать питание по завершении измерений.

Запрещается:

1. Без разрешения преподавателя включать лабораторные стенды в сеть

220В и подавать напряжение на схему.

2. Извлекать или устанавливать светофильтр при включенном источнике питания.

3. Перемещать лабораторные стенды с одного стола на другой или вскрывать их.

4. Включать изделие в электрическую сеть мокрыми и грязными руками.

5. Использовать изделие и его отдельные компоненты не по назначению.

6. Работать с изделием в случае его неисправности.

7. Оставлять оборудование включенным без присмотра.

8. Оставлять оборудование включенным в режиме ожидания на длительное время (более 3 часов).

9. Курить в лаборатории, находиться в верхней одежде или головных уборах.

По всем возникающим вопросам студентам следует обращаться к преподавателю или лаборанту. За порчу оборудования студенты несут материальную ответственность.

5. Задания

1. Внимательно изучить руководство по эксплуатации и настоящую методику по работе с прибором.

2. Присоединить прибор через розетку (позиция 2 на рисунке 7.4) сетевым шнуром к источнику напряжения 220В.

3. Произвести измерение энергетической освещенности УФ-излучения без установки фильтра-поглотителя в диапазонах С, В и А. Результаты измерения занести в таблицу 7.2 с указанием единиц измерения.

4. Установить выбранный фильтр (позиция 8 на рисунке 7.3) в карман для испытаний (позиция 6 на рисунке 7.3).

5. Включить источник УФ-излучения кнопкой «Сеть» (позиция 1 на

рисунке 7.4).

Таблица 7.2 - Результаты измерения энергетической освещенности УФ-излучения без установки фильтра-поглотителя в диапазонах С, В и А

	Интенсивность ультрафиолетового излучения, мВт/м ²		
	УФ-А	УФ-В	УФ-С
Без поглотителя			

6. Включить УФ радиометр (позиция 1 на рисунке 7.2) поворотом рукоятки переключения, установив ее на нужный диапазон.

7. Снять показания радиометра для трех диапазонов УФ-излучения, включая поочередно клавиши (позиции 2, 3, 4 на рисунке 7.3). Рукояткой переключения при необходимости устанавливать требуемый диапазон шкалы.

8. Полученные значения занести в таблицу 7.3.

9. Выключить источник УФ-излучения кнопкой «Сеть» (позиция 1 на рисунке 7.4).

10. Повторить замеры для всех фильтров комплекта.

11. Занести показания в таблицу 7.3.

Таблица 7.3 - Результаты измерения энергетической освещенности УФ-излучения с применением фильтров-поглотителей

№ поглотителя УФ-излучения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Интенсивность УФ-А, мВт/м ²										
Интенсивность УФ-В, мВт/м ²										
Интенсивность УФ-С, мВт/м ²										

12. Определить, какие материалы обеспечивают ослабление интенсивности УФ-излучения ниже ПДУ в диапазоне УФ-А, УФ-В, УФ-С.

13. Выполнить расчет эффективности поглощения УФ-излучения различными материалами по формуле:

$$\Xi = (I_0 - I_n) / I_0 \times 100\%, \quad (7.1)$$

где I_0 – интенсивность УФ-излучения источника без поглотителя, мВт/м²;

I_n – интенсивность УФ-излучения после поглотителя, мВт/м².

Результаты расчета занесите в таблицу 7.4.

Таблица 7.4 - Результаты расчета эффективности поглощения УФ-излучения различными материалами

№	Наименование поглотителя	Эффективность поглотителя, %		
		УФ-А	УФ-В	УФ-С
1	Красный светофильтр			
2	Желтый светофильтр			
3	Зеленый светофильтр			
4	Синий светофильтр			
5	Стекло оконное 5 мм.			
6	Акрил прозрачный 3 мм.			
7	Фильтр брезентовый			
8	Сварочный фильтр №3 (степень затемнения, Din = 9)			
9	Сварочный фильтр №5 (степень затемнения, Din = 11)			
10	Сварочный фильтр №7 (степень затемнения, Din = 13)			

14. По полученным результатам сравнить способности различных материалов поглощать ультрафиолетовое излучение различных частотных диапазонов.

15. Сформировать отчет.

6. Содержание отчета, форма и правила оформления отчета по лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Титульный лист (приложение 1).
2. Цель работы.
3. Краткий конспект теоретического материала, содержащий ответы на вопросы.
4. Результаты измерений и расчетов.
5. Выводы и предложения.

7. Вопросы для защиты работы

1. Что является источниками ультрафиолетового излучения?
2. Какое действие оказывает УФ области А ($\lambda = 390...315$ нм)?

3. Какое действие оказывает УФ области В ($\lambda = 315 \dots 280$ нм)?
4. Какое действие оказывает УФ области С ($\lambda = 280 \dots 200$ нм)?
5. В чем проявляется биологическое действие ультрафиолетового излучения?
6. По какому параметру ведется нормирование УФ-излучения?
7. Какие факторы учитываются при нормировании УФ-излучения?
8. Какие меры используются для защиты от УФ-излучения?
8. Дайте определение «электромагнитные поля» (ЭМП) и перечислите их основные характеристики и параметры.
9. Перечислите виды классификаций ЭМП.
10. На какие зоны можно разделить область распространения электромагнитных волн. Какие параметры ЭМП нормируются в этих зонах?
11. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека электростатических полей. Каким образом осуществляется их нормирование?
12. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека постоянных магнитных полей. Каким образом осуществляется их нормирование?
13. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека электромагнитных излучений радиочастотного диапазона. Каким образом осуществляется их нормирование?
14. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека СВЧ излучений. Каким образом осуществляется их нормирование?
15. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека инфракрасных излучений. Каким образом осуществляется их нормирование?

16. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека ультрафиолетовых излучений. Каким образом осуществляется их нормирование?

17. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека лазерного излучения. Каким образом осуществляется их нормирование?

18. Какие излучения называются «ионизирующими»? Перечислите их.

19. Какие виды действия ИИ на биологические структуры вы знаете?

20. Какой величиной можно количественно оценить ионизирующую способность ионизирующего излучения?

21. Какой величиной можно оценить биологическое действие непосредственно ионизирующего излучения?

22. Какая величина характеризует ионизирующую способность фотонного излучения?

23. Какой показатель используют при оценке повреждающего эффекта ИИ на организм человека?

24. Опишите первичные и отдаленные реакции организма на действие ИИ.

25. Назовите 3 принципа обеспечения радиационной безопасности.

26. На какие группы делят облучаемое население в соответствии с нормами радиационной безопасности?

9. Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. СН № 4557-88. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях.

2. МУ 5046-89. Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей (с применением искусственных источников ультрафиолетового излучения).

3. Р 3.5.1904-04. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях.

4. МУ 2.3.975-00. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздушной среды помещений организаций пищевой промышленности, общественного питания и торговли продовольственными товарами. Методические указания.

Лабораторная работа 14

Тема: «Исследование лазерного излучения и способности различных материалов задерживать и поглощать его»

Цель работы

Изучить основные принципы нормирования безопасных уровней лазерного излучения (УФ-излучения); ознакомиться со средствами защиты от УФ-излучения; исследовать способность различных материалов задерживать и поглощать УФ-излучение области УФ-А (315-400 нм), УФ-В (280-315 нм), УФ-С (200-280 нм).

Теоретическая часть

УФ-излучение – это электромагнитные волны с длиной волны от 0,0136 до 0,4 мкм (таблица 7.1, рисунок 7.1). Различают три участка спектра УФ-излучения, имеющих различную биологическую активность. УФ-излучение с длиной волны 0,4...0,315 мкм (А) имеет слабое биологическое воздействие. УФ-лучи в диапазоне 0,3154...0,28 мкм (В) оказывают сильное воздействие на кожу и обладают противорахитичным действием. УФ-излучение с длиной волны 0,28...0,2 мкм (С) обладают бактерицидным действием.

Таблица 7.1 – Характеристика ультрафиолетового излучения

Наименование	Длина волны в нанометрах
Ближний	400-300 нм
Ультрафиолет А, длинноволновый диапазон	400-315 нм
Средний	300-200 нм
Ультрафиолет В, средневолновый диапазон	315-280 нм
Дальний	200-122 нм
Ультрафиолет С, коротковолновый диапазон	280-200 нм
Экстремальный	121-10 нм

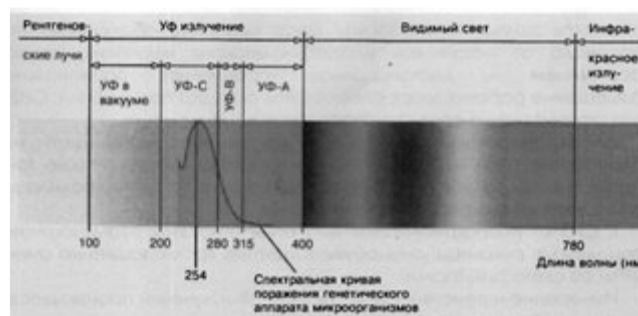


Рисунок 7.1 - Шкала электромагнитных волн

Основным естественным источником УФ-излучения является Солнце. Из всего спектра УФ-излучения Солнца только небольшая часть достигает земной поверхности. Остальная часть всего ультрафиолетового спектра, в особенности, коротковолновая, поглощается атмосферой, что оказывает сильное влияние на атмосферные процессы. Основными поглотителями УФ является озон (высоты 20 – 40 км), кислород, азот, водород и др. компоненты атмосферы (высоты 30 – 200 км). Искусственными источниками УФ-излучения являются газоразрядные источники света, электрические дуги, лазеры, ртутные выпрямители, автогенная сварка, плазменная резка и напыление, ртутно-кварцевые лампы, радиолампы и др. Тела начинают генерировать УФ при температуре нагрева выше 1200° С, интенсивность растет с увеличением температуры.

Почти вся потребность человека в УФ-излучении покрывается за счет естественной радиации Солнца. Однако содержание ультрафиолетовых лучей в солнечном спектре подвержено большим изменениям (сезонные колебания в интенсивности солнечной радиации, широта местности и т.д.). Специалистами рассматриваются следующие широтные зоны:

- 1) зона УФ-дефицита, охватывающая пространство от Крайнего Севера приблизительно до 57,5° с.ш. (ориентировочно граница зоны УФ-дефицита проходит по широте Ярославля, Челябинска, Омска, Красноярска);
- 2) зона УФ-комфорта, расположенная южнее первой до 42,5° с.ш. (примерно до широты Сухуми, Тбилиси).

Известно, что УФ-излучение является физическим фактором,

воздействие которого на биологические объекты может приводить как к положительным, так и к отрицательным последствиям в зависимости от спектрального состава излучения и от значения экспозиции поверхностной (или объемной) плотности энергии излучения.

Механизм возникновения биологических реакций в ответ на воздействие УФ-излучения сложен, многообразен и складывается из биофизических, гуморальных и нервно-рефлекторных процессов. Реакции организма на УФ-излучение зависят от длины волны излучения.

УФ-излучение области А отличается слабым биологическим действием, вызывающим преимущественно флуоресценцию.

Основное биологическое действие оказывает УФ-излучение области В. Это излучение вызывает основные изменения в коже (загарное и антирахитическое действие), крови, нервной системе, кровообращении и других органах.

УФ-излучение области С отличается большим разрушительным действием на клетку, так как обладает бактерицидным действием, вызывают коагуляцию белков и т. д.

Избыток и недостаток этого вида излучения представляет опасность для организма человека. Воздействие на кожу больших доз УФ-излучений вызывает кожные заболевания – дерматиты. Пораженный участок имеет отечность, ощущается жжение, зуд. При воздействии повышенных доз УФ-излучения на центральную нервную систему характерны следующие симптомы заболеваний: головная боль, тошнота, головокружение, повышенная температура тела, повышенная утомляемость, нервное возбуждение и т.д.

УФ-лучи с длиной волны менее 0,32 мкм, действуя на глаза, вызывают заболевание, называемое электроофтальмией. Человек уже на начальной стадии этого заболевания ощущает резкую боль и «песок в глазах», ухудшение зрения, головную боль. Заболевание сопровождается обильным слезотечением, а иногда светобоязнью и поражением роговицы. Оно быстро

проходит (через 1...2 дня), если не продолжается воздействие УФ-излучения.

УФ-излучение изменяет состав воздуха рабочей зоны: в нем образуется озон, оксид азота и пероксид водорода, ионизируется воздух.

При нормировании допустимых доз УФ-излучения учитывается необходимость ограничений при воздействии больших интенсивных доз для предотвращения «ультрафиолетовой недостаточности».

В качестве нормативной величины УФ-излучения в производственных помещениях устанавливаются допустимые плотности потока излучения в зависимости от длины волн при условии защиты органов зрения и кожи.

Допустимая интенсивность облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ и периода облучения до 5 мин., длительности пауз между ними не менее 30 мин. и общей продолжительности воздействия за смену до 60 мин. не должна превышать:

- ~ $50,0 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-А;
- ~ $0,05 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-В;
- ~ $0,001 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-С.

Допустимая интенсивность УФ-облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более $0,2 \text{ м}^2$ (лицо, шея, кисти рук и др.), общей продолжительности воздействия излучения 50 % рабочей смены и длительности однократного облучения свыше 5 мин. и более не должна превышать:

- ~ $10,0 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-А;
- ~ $0,01 \text{ Вт/м}^2$ – для области УФ-В.

Излучение в области УФ-С при указанной продолжительности не допускается.

Допустимая интенсивность УФ-облучения при использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук не должна превышать в области 1 Вт/м^2 для областей УФ-В и УФ-С (200...315 нм).

Оценка УФ-облучения производится по величине эритемной дозы. За

единицу эритерной дозы принят 1 эр, равный 1 Вт мощности УФ-излучения с длиной волны 0,297 мкм. Для профилактики достаточна приблизительно десятая часть эритерной дозы (60...90 мкэрмин/см²).

Измерение интенсивности и спектра УФ-излучений производится с помощью УФ-дозиметров (радиометров).

Основными защитными мерами от УФ-излучения являются: экранирование источников излучения, экранирование рабочих мест, применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), специальная окраска помещений и рациональное размещение рабочих мест. Для своевременного выявления вредного действия ультрафиолетового излучения проводятся медицинские осмотры.

Наиболее рациональными является экранирование (укрытие) источников излучения. В качестве экрана применяют различные материалы и светофильтры, не пропускающие или снижающие интенсивность УФ-излучения. Экранирование рабочих мест: рабочие места ограждают ширмами, щитками или устанавливают кабины высотой 1,8...2 м., а стенки их не должны доходить до пола на 25..30 см. для улучшения условий проветривания кабин.

Рабочие места должны быть расположены вне зоны действия источника ультрафиолетового излучения, если это допустимо по технологическим условиям. Стены и ширмы в цехах окрашивают в светлые тона (серый, желтый, голубой), применяя цинковые и титановые белила для поглощения УФ-излучения.

В качестве СИЗ применяют спецодежду (куртки, брюки), рукавицы, фартуки, щитки со светофильтрами или защитные очки. Одежда изготавливается из тканей, не пропускающих УФ-излучения (лен, хлопчатобумажная, поплин). Защитные очки и щитки укомплектовываются светофильтрами в зависимости от выполняемой работы. Полную защиту от УФ-излучения всех областей обеспечивает флинтглас (стекло, содержащее оксид свинца).

Для защиты кожи от УФ-излучения применяют мази с содержанием веществ, служащих светофильтрами (салол, салицилово-метиловый эфир и др.).

Оборудование и материалы

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Защита от ультрафиолетового излучения» предназначен для исследования способности различных материалов поглощать УФ-излучение. Оборудование конструктивно представляет собой стенд настольного моноблочного исполнения с ручным управлением (рисунок 7.2).



Рисунок 7.2 - Комплект учебно-лабораторного оборудования «Защита от ультрафиолетового излучения»

Комплект учебно-лабораторного оборудования «Защита от ультрафиолетового излучения» представляет собой прибор, состоящий из корпуса, на котором размещены:

- 8) УФ радиометр с датчиком;
- 9) контейнер с комплектом светофильтров;
- 10) карман для установки испытуемых светофильтров;
- 11) розетка подключения прибора к сети с предохранителем;

- 12) кнопка включения прибора со световой индикацией;
- 13) внутри корпуса установлена лампа – источник УФ-излучения с пускорегулирующим аппаратом (ПРА);
- 14) к сети 220В прибор подключается шнуром (входит в комплект поставки).

Комплекту учебно-лабораторного оборудования «Защита от ультрафиолетового излучения» присущи следующие качества:

5) универсальность, которая выражается в возможности воспроизведения не только базовых экспериментов, но и более широкого круга задач;

6) гибкость, которая обеспечивается возможностью ручной компоновки требуемой конфигурации комплекта сообразно с задачами каждого конкретного эксперимента;

7) наглядность результатов работы;

8) современный дизайн комплекса с учетом требований эргономики, инженерной психологии и эстетики.

Устройство оборудования представлено на рисунке 7.3.



Рисунок 7.3 - Устройство оборудования:

9. УФ радиометр для измерения энергетической освещенности (в мВт/м²) в УФ области спектра.
10. Переключатель для измерения в области УФ-А (315-400 нм).
11. Переключатель для измерения в области УФ-В (280-315 нм).
12. Переключатель для измерения в области УФ-С (200-280 нм).

13. Датчик УФ-излучения.

14. Карман для установки испытуемого фильтра.

Внимание! Прибор рекомендуется включать только при установленном в карман фильтре.

15. Контейнер для размещения комплекта светофильтров.

16. Комплект светофильтров (10 шт.):

- ~ красный светофильтр;
- ~ желтый светофильтр;
- ~ зеленый светофильтр;
- ~ синий светофильтр;
- ~ стекло оконное 5 мм.;
- ~ акрил прозрачный 3 мм.;
- ~ фильтр брезентовый;
- ~ сварочный фильтр №3 (степень затемнения, Din = 9);
- ~ сварочный фильтр №5 (степень затемнения, Din = 11);
- ~ сварочный фильтр №7 (степень затемнения, Din = 13).

Кнопка питания с индикацией и розетка подключения сетевого шнура представлена на рисунке 7.4.

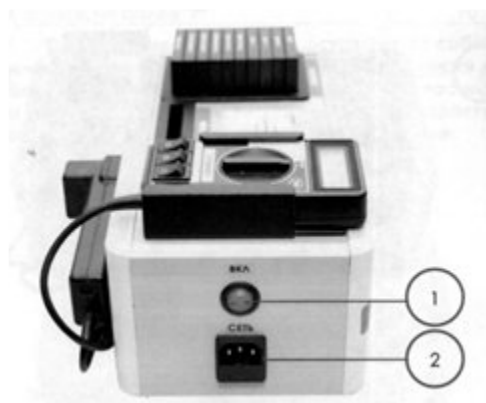


Рисунок 7.4 - Устройство оборудования (включение/выключение):

3. Кнопка включения/выключения.

4. Розетка подключения шнура.

Указания по технике безопасности

До начала работы каждый студент ДОЛЖЕН внимательно ознакомиться с настоящими правилами и расписаться в журнале учета инструктажа по технике безопасности.

Студент ОБЯЗАН выполнять следующие правила:

~ к работе с комплексом допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, ознакомленные с устройством прибора, его принципом действия и мерами безопасности в соответствии с требованиями, предусмотренными для соответствующего кабинета образовательного учреждения;

~ прибор должен эксплуатироваться в учебном кабинете в соответствии с требованиями, предъявляемыми к организации учебных кабинетов, с нормами расстановки оборудования и условиями работы.

Перед началом работы:

~ проверить отсутствие внешних повреждений элементов изделия, тумблеров, переключателей и т.п.;

~ убедиться в целостности крышек электророзеток, выключателей питания, электровилки и подводящего кабеля;

~ использовать только исправные разъемы электропитания. Убедиться, что они имеют плотное соединение. При использовании «тройников» и удлинителей, убедиться в надежности их крепления;

~ при включении в сеть убедиться в том, что все кнопки панели управления находятся в положении «выключено».

Во время работы:

~ не оставлять без присмотра включенный прибор;

~ соблюдать правила эксплуатации электротехнического оборудования, не подвергая его механическим ударам, не допускать падения;

~ отключать питание по завершении измерений.

Запрещается:

10. Без разрешения преподавателя включать лабораторные стенды в

сеть 220В и подавать напряжение на схему.

11. Извлекать или устанавливать светофильтр при включенном источнике питания.

12. Перемещать лабораторные стенды с одного стола на другой или вскрывать их.

13. Включать изделие в электрическую сеть мокрыми и грязными руками.

14. Использовать изделие и его отдельные компоненты не по назначению.

15. Работать с изделием в случае его неисправности.

16. Оставлять оборудование включенным без присмотра.

17. Оставлять оборудование включенным в режиме ожидания на длительное время (более 3 часов).

18. Курить в лаборатории, находиться в верхней одежде или головных уборах.

По всем возникающим вопросам студентам следует обращаться к преподавателю или лаборанту. За порчу оборудования студенты несут материальную ответственность.

Задания

1. Внимательно изучить руководство по эксплуатации и настоящую методику по работе с прибором.

2. Присоединить прибор через розетку (позиция 2 на рисунке 7.4) сетевым шнуром к источнику напряжения 220В.

3. Произвести измерение энергетической освещенности УФ-излучения без установки фильтра-поглотителя в диапазонах С, В и А. Результаты измерения занести в таблицу 7.2 с указанием единиц измерения.

4. Установить выбранный фильтр (позиция 8 на рисунке 7.3) в карман для испытаний (позиция 6 на рисунке 7.3).

5. Включить источник УФ-излучения кнопкой «Сеть» (позиция 1 на

рисунке 7.4).

Таблица 7.2 - Результаты измерения энергетической освещенности УФ-излучения без установки фильтра-поглотителя в диапазонах С, В и А

	Интенсивность ультрафиолетового излучения, мВт/м ²		
	УФ-А	УФ-В	УФ-С
Без поглотителя			

16. Включить УФ радиометр (позиция 1 на рисунке 7.2) поворотом рукоятки переключения, установив ее на нужный диапазон.

17. Снять показания радиометра для трех диапазонов УФ-излучения, включая поочередно клавиши (позиции 2, 3, 4 на рисунке 7.3). Рукояткой переключения при необходимости устанавливать требуемый диапазон шкалы.

18. Полученные значения занести в таблицу 7.3.

19. Выключить источник УФ-излучения кнопкой «Сеть» (позиция 1 на рисунке 7.4).

20. Повторить замеры для всех фильтров комплекта.

21. Занести показания в таблицу 7.3.

Таблица 7.3 - Результаты измерения энергетической освещенности УФ-излучения с применением фильтров-поглотителей

№ поглотителя УФ-излучения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Интенсивность УФ-А, мВт/м ²										
Интенсивность УФ-В, мВт/м ²										
Интенсивность УФ-С, мВт/м ²										

22. Определить, какие материалы обеспечивают ослабление интенсивности УФ-излучения ниже ПДУ в диапазоне УФ-А, УФ-В, УФ-С.

23. Выполнить расчет эффективности поглощения УФ-излучения различными материалами по формуле:

$$\Xi = (I_0 - I_n) / I_0 \times 100\%, \quad (7.1)$$

где I_0 – интенсивность УФ-излучения источника без поглотителя, мВт/м²;

I_n – интенсивность УФ-излучения после поглотителя, мВт/м².

Результаты расчета занесите в таблицу 7.4.

Таблица 7.4 - Результаты расчета эффективности поглощения УФ-излучения различными материалами

№	Наименование поглотителя	Эффективность поглотителя, %		
		УФ-А	УФ-В	УФ-С
1	Красный светофильтр			
2	Желтый светофильтр			
3	Зеленый светофильтр			
4	Синий светофильтр			
5	Стекло оконное 5 мм.			
6	Акрил прозрачный 3 мм.			
7	Фильтр брезентовый			
8	Сварочный фильтр №3 (степень затемнения, Din = 9)			
9	Сварочный фильтр №5 (степень затемнения, Din = 11)			
10	Сварочный фильтр №7 (степень затемнения, Din = 13)			

24. По полученным результатам сравнить способности различных материалов поглощать ультрафиолетовое излучение различных частотных диапазонов.

25. Сформировать отчет.

27. Содержание отчета, форма и правила оформления отчета по лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

6. Титульный лист (приложение 1).

7. Цель работы.

8. Краткий конспект теоретического материала, содержащий ответы на вопросы.

9. Результаты измерений и расчетов.

10. Выводы и предложения.

28. Вопросы для защиты работы

1. Что является источниками ультрафиолетового излучения?

2. Какое действие оказывает УФ области А ($\lambda = 390...315$ нм)?

3. Какое действие оказывает УФ области В ($\lambda = 315...280$ нм)?
4. Какое действие оказывает УФ области С ($\lambda = 280...200$ нм)?
5. В чем проявляется биологическое действие ультрафиолетового излучения?
6. По какому параметру ведется нормирование УФ-излучения?
7. Какие факторы учитываются при нормировании УФ-излучения?
8. Какие меры используются для защиты от УФ-излучения?
29. Дайте определение «электромагнитные поля» (ЭМП) и перечислите их основные характеристики и параметры.
30. Перечислите виды классификаций ЭМП.
31. На какие зоны можно разделить область распространения электромагнитных волн. Какие параметры ЭМП нормируются в этих зонах?
32. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека электростатических полей. Каким образом осуществляется их нормирование?
33. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека постоянных магнитных полей. Каким образом осуществляется их нормирование?
34. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека электромагнитных излучений радиочастотного диапазона. Каким образом осуществляется их нормирование?
35. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека СВЧ излучений. Каким образом осуществляется их нормирование?
36. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека инфракрасных излучений. Каким образом осуществляется их нормирование?

37. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека ультрафиолетовых излучений. Каким образом осуществляется их нормирование?

38. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека лазерного излучения. Каким образом осуществляется их нормирование?

39. Какие излучения называются «ионизирующими»? Перечислите их.

40. Какие виды действия ИИ на биологические структуры вы знаете?

41. Какой величиной можно количественно оценить ионизирующую способность ионизирующего излучения?

42. Какой величиной можно оценить биологическое действие непосредственно ионизирующего излучения?

43. Какая величина характеризует ионизирующую способность фотонного излучения?

44. Какой показатель используют при оценке повреждающего эффекта ИИ на организм человека?

45. Опишите первичные и отдаленные реакции организма на действие ИИ.

46. Назовите 3 принципа обеспечения радиационной безопасности.

47. На какие группы делят облучаемое население в соответствии с нормами радиационной безопасности?

9. Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

1. СН № 4557-88. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях.

2. МУ 5046-89. Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей (с применением искусственных источников ультрафиолетового излучения).

3. Р 3.5.1904-04. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях.

4. МУ 2.3.975-00. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздушной среды помещений организаций пищевой промышленности, общественного питания и торговли продовольственными товарами. Методические указания.

Лабораторная работа 15

Тема: «Исследование и оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы»

Цель: получить практические навыки по оценке экономического ущерба от загрязнения атмосферы

1. Теоретическая часть

1. Экономическая оценка ущерба Y , причиняемого годовыми выбросами загрязнений в атмосферу для отдельного источника определяется по формуле

$$Y = \gamma * \delta * f * M,$$

где Y – величина ущерба, ден. ед/год;

γ – денежная оценка единицы выбросов, ден. ед/усл. т.;

δ – показатель относительной опасности загрязнения атмосферы, значение которого определяется размерами и типом зоны активного загрязнения (**ЗАЗ**), ее пространственным положением;

f – поправка, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере;

M – приведенная масса годового выброса из источника, усл. т. /год.

Значения денежной оценки единицы выбросов γ устанавливаются соответствующими инстанциями согласно темпов инфляции (условно в данной работе примем $\gamma = 3,3$ ден. ед/усл. т – по состоянию на 1.09.98 г.)

Значения показателя относительной опасности δ определяются по таблице(приложение I). При этом, если зона активного загрязнения неоднородна и включает в себя территории таких типов, которым в таблице (приложение 1) соответствуют разные величины δ , то значение $\delta_{\text{зaz}}$ для всей **ЗАЗ** определяется по формуле

$$\delta = \delta_{\text{зaz}} = \frac{\sum_{i=1}^K S_i}{S_{\text{зaz}}} * \delta_i, \quad (2)$$

где $S_{\text{зaz}}$ – общая площадь зоны активного загрязнения,

1 – номер зоны ЗАЗ, относящейся к одному из типов территорий, указанных в таблице приложения 1;

k – общее число типов территорий, формирующих ЗАЗ;

S₁ – площадь 1-ой части ЗАЗ;

δ₁ – соответствующее табличное значение показателя относительной опасности территории (определяется по таблице приложения 1).

Для организованных источников (единичных труб) ЗАЗ представляет собой кольцо, заключенное между окружностями с радиусами

$$\begin{aligned} R_{\text{внутр.}} &= 2 * \varphi * h \\ R_{\text{внешн.}} &= 20 * \varphi * h \end{aligned} \quad (3)$$

где h – высота источника в метрах;

φ – поправка на подъем факела выбросов.

$$\text{Показатель } \varphi \text{ рассчитывается по формуле } \varphi = 1 + \Delta T / 75^{\circ}\text{C} \quad (4)$$

где ΔT – среднегодовое значение разности температур в устье, источника (конце трубы) и в окружающей атмосфере, в °C.

Величину ΔT следует определять, принимая температуру окружающего воздуха равной среднегодовой для определенного пункта, а температуру в устье источника (конце трубы) – по технологическим нормативам производства.

Если высота трубы меньше 10 метров, ЗАЗ представляет собой площадь круга с центром в точке расположения источника с радиусом 50 * h.

Для автомагистралей всех типов зоной активного загрязнения (ЗАЗ) считается полоса шириной 200 м, ось которой совпадает с осевой линией автомагистрали.

Для низких неорганизованных источников выбросов (складов, вентиляционных окон промышленных зданий, карьеров, свалок и т. п.) ЗАЗ представляет собой территорию внутри замкнутой кривой, проведенной вокруг источника загрязнения так, чтобы расстояние от любой точки этой кривой до ближайшей точки контура неорганизованного источника составляло 1 км.

Для высоких неорганизованных источников высотой h это расстояние равно 20 * h.

Значение множителя f – поправки, учитывающей характер рассеяния примесей в атмосфере, определяется следующим образом:

А) В случае газообразных примесей и легких мелкодисперсных частиц с очень малой скоростью оседания (менее 1 см/с) применяется формула

$$f = f_1 = \frac{100}{100 * j} * \frac{4}{1 + U}, \quad (5)$$

где h – высота трубы (источника выброса);

φ – поправка на подъем факела выбросов, вычисляемая по формуле (4),

U – среднегодовое значение модуля скорости ветра на уровне флюгера. В тех случаях, когда U для данной территории неизвестно, оно принимается равным 3 м/с. Значения f_1 при $U = 3$ м/с приведены в приложении 3,

Если $U \neq 3$ м/с, то табличное значение в приложении 3 надо умножить на поправку W .

$$\text{При этом } W = \frac{4}{1 + U} \quad (5a)$$

значения которой, для некоторых U приведено в таблице приложения 4.

Б) Для частиц, оседающих со скоростью от 1 до 20 см/с, принимается

$$f = f_2 = \frac{100}{60 * j} * \frac{4}{1 + U}, \quad (6)$$

значения f_2 , вычисленные по формуле (6) при $U=3$ м/с, также приведены в приложении 3.

Если $U \neq 3$ м/с, то табличное значение f_2 , следует умножить также на поправку W , приведенную в приложении 4.

В) Для частиц, оседающих со скоростью свыше 20 см/с, независимо от значений h , ΔT и U принимается

$$f_2 = f_2 = 10 \quad (7)$$

Величина, приведенной массы годового выброса в атмосферу загрязнений M (усл. т/год) от источника выброса, определяется по формуле

$$M = \sum_{i=1}^n A_i * m_i \quad (8)$$

Приложение 1

Значение показателя относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха δ над территориями различного типа

Тип загрязняемой территории	δ
Курорты, заповедники, заказники, санатории	10
Пригородные зоны отдыха, садовые и дачные кооперативы и товарищества	8
Населенные пункты с плотностью населения в чел/га*	(0,1 га/чел) * п
Леса: 1-я группа	0,2
2-я группа	0,1
3-я группа	0,025
Пашни: южные зоны (южнее 50 ° с.ш.)	0,25
Южная Сибирь	0,15
прочие районы	0,1
Сады, виноградники **	0,5
Пастбища и сенокосы **	0,05

- для центральной части городов с населением свыше 300 тыс. чел. принимается $\delta = 8$
- ** для орошаемых пахотных земель, пастбищ и др. указанные числа следует умножить на 2.

Приложение 2

Значение поправки W при некоторых значениях U

U, м/с	1,0	1,5	2,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
W	2,0	1,6	1,33	1,0	0,89	0,8	0,73	0,67

Приложение 3

Значение функции f_1 в числителе и f_2 в знаменателе при некоторых значениях ΔT и H

ΔT , °C	$\frac{H, м}{\varphi}$	0	10	20	50	100	150	200	250	300	350	400
0	1,0	1,0/ 4,08	0,91/ 3,78	0,83/ 3,54	0,67/ 3,02	0,50/ 2,50	0,40/ 2,18	0,33/ 1,96	0,29/ 1,80	0,25/ 1,67	0,22/ 1,55	0,20/ 1,47
25	1,33	1,0/ 4,08	0,88/ 3,69	0,79/ 3,40	0,60/ 2,81	0,43/ 2,28	0,33/ 1,96	0,27/ 1,75	0,23/ 1,48	0,20/ 1,48	0,18/ 1,38	0,16/ 1,30
50	1,67	1,0/ 4,08	0,86/ 3,61	0,75/ 3,27	0,55/ 2,64	0,38/ 2,10	0,29/ 1,79	0,23/ 1,59	0,19/ 1,45	0,17/ 1,34	0,15/ 1,25	0,13/ 1,17
75	2,0	1,0/ 4,08	0,83/ 3,54	0,71/ 3,16	0,50/ 2,50	0,33/ 1,96	0,25/ 1,67	0,20/ 1,47	0,17/ 1,34	0,14/ 1,23	0,13/ 1,15	0,11/ 1,08
100	2,33	1,0/ 4,08	0,81/ 3,46	0,68/ 3,06	0,46/ 2,38	0,30/ 1,85	0,23/ 1,57	0,18/ 1,38	0,15/ 1,25	0,13/ 1,15	0,11/ 1,07	0,10/ 1,01
125	2,67	1,0/ 4,08	0,79/ 3,39	0,65/ 2,97	0,43/ 2,27	0,27/ 1,76	0,20/ 1,48	0,16/ 1,30	0,13/ 1,18	0,11/ 1,08	0,10/ 1,01	0,09/ 0,95
150	3,0	1,0/ 4,08	0,77/ 3,33	0,63/ 2,83	0,40/ 2,20	0,25/ 1,70	0,18/ 1,40	0,14/ 1,20	0,12/ 1,05	0,10/ 0,95	0,09/ 0,85	0,08/ 0,75

		4,08	3,33	2,89	2,18	1,67	1,40	1,23	1,11	1,02	0,95	0,89

Указания по технике безопасности

1. К работе допускаются студенты после, ознакомления с методическими указаниями до выполнению лабораторной работы, ознакомления с устройством и принципом действия стенда и правилами поведения в лаборатории «Безопасность, жизнедеятельности».

2. В лаборатории запрещается находиться в верхней одежде, трогать и прикасаться к приборам и установкам, не предназначенным для выполнения данной работы.

Задания

Пример: Определить годовой экономический ущерб от выбросов в атмосферу вредных веществ предприятием теплоэнергетики (ТЭЦ) территории санатория пригородного района г. Новосибирска, если известно, что высота источника выброса (трубы) 50 м, среднегодовой выброс в атмосферу составляет 80 тыс. т., состав и количество выбрасываемых веществ: оксид углерода 40 тыс. т/год, сернистый ангидрид 25 тыс. т/год, сероводород 15 тыс. т/год. Температура выброса составляет 75 °С, скорость оседания выбрасываемых частиц менее 10 см/с.

Решение: По справочникам выясняем, что г. Новосибирск расположен севернее 45° с. ш. (для таблицы приложения 5), средняя годовая температура окружающего воздуха города составляет (минус 0,1 °С), модуль скорости ветра составляет 3 м/с (значит можно воспользоваться данными таблицы в приложении 3), Рассчитываем разницу ΔT температуры выбросов (75 °С - по условию задачи) и окружающего воздуха города (- 0, 1 °С - по справочным данным)

$$\Delta T = 75^{\circ}\text{C} - (-0,1^{\circ}\text{C}) = 74,9^{\circ}\text{C} \approx 75^{\circ}\text{C}$$

(полученное значение ΔT необходимо для определения табличного значения f поправка f должна быть рассчитана, согласно случаю Б (см. методику), т. к. по

условию задачи скорость оседания частиц менее 10 см/с, в этом случае $f = f_2$ значение которой смотри в таблице приложения 3 - строку, соответствующую значению 75 °C (число в знаменателе).

В соответствии с формулой (1) годовой **экономический ущерб** составит:

$$Y = \gamma * \delta * f * M$$

где γ — 3,3 ден. ед. / усл.т. (принято нами условно на 1.09.98 г.),

$\delta = 10$ (см. приложение 1 - строка "Курорты, заповедники..."),

$f = 2,5$ (см. приложение 3 - строка №4 - число в знаменателе),

$M = 1 * 40000 + 22 * 25000 + 54,8 * 15000 = 1420000$ усл. т / год,
(коэффициенты относительной агрессивности примесей берутся из приложения 5).

В таком случае экономический ущерб составит: $Y = 3,3 * 10 * 2,5 * 1420000$
 $= 84720$ тыс. ден. ед. / год

Ответ: годовой экономический ущерб от выбросов в атмосферу вредных веществ предприятием теплоэнергетики (ТЭЦ) территории санатория пригородного района г. Новосибирска составляет: 84720 тыс. ден. ед. / год.

Задача № I

Определить годовой экономический ущерб от загрязнения атмосферными выбросами ТЭЦ-1 жилого района г. Караганды, если известно, что высота неблагоприятных выбросов - 20 м., среднегодовой выброс в атмосферу составляет 60 тыс.т. Состав и количество выбросов:

оксиды азота - 20 тыс. т., оксид углерода - 5 тыс. т., сернистый ангидрид - 25 тыс. т., сажа - 10 тыс. т. Температура выброса - 80 °C. Скорость оседания частиц - 0,5 см/с, (необходимые справочные данные: значение модуля скорости ветра на уровне флюгера - 3 м/с.; населения в районе - 100 чел/га).

Задача № 2

Определить годовой экономический ущерб от выбросов нефтехимического предприятия в г. Атырау, если известно, что высота источников выбросов - 50 м., среднегодовой выброс в атмосферу составил

100 тыс. т. Состав выбросов: Летучие низкомолекулярные углеводороды - 20 тыс. т., неорганические соединения свинца - 0,9 тыс.т., оксиды мышьяка - 0,1 тыс. т., оксид углерода - 50 тыс. т., оксиды азота - 20 тыс. т. Температура выбросов - около 75 °С. Скорость оседания частиц - 0,9 см/с. Зона влияния нефтехимического комбината составляет - 8,5 кв. км. и включает в себя жилой район с плотностью населения 105 чел/га (5 кв. км), сады - 0,5 кв. км, дачные участки - 3 кв. км. (необходимые справочные данные: значение модуля скорости ветра - 3 м/с).

Задача № 3

Определить годовой экономический ущерб от выбросов трубы районной котельной участка территории г. Алматы, если известно, что высота источника выброса - 30 м., средний годовой выброс вредных веществ составляет 85 тыс т, из них: оксид углерода - 40 тыс. т., сернистый ангидрид - 25 тыс. т, сероводород - 15 тыс. т, сажа - 5 тыс. т. Температура выброса - 90 °С, скорость оседания частиц - 10 см/с. (Справочные данные: значение модуля скорости ветра - 2 м/с) Примечание: по карте города Алматы определить зону влияния данного источника выброса (ЗАЗ), если известно, что он расположен в мкр. "Алмагуль", рекомендуется определить зону влияния по формулам (3) Методики.

Задача № 4

Определить годовой экономический ущерб от выхлопов автомобилей по автомагистрали с длиной участка 10 км, проходящей через пастбища (5 км) и пашни (5 км) между городами Жезказган и Талап в Центральном Казахстане, если известно, что среднегодовой выброс в атмосферу составляет 5 тыс. т., из них: оксид углерода - 2 тыс. т, оксиды азота - 2 тыс. т, летучие углеводороды - 0,3 тыс. т, фенол - 0,3 тыс. т, 3-4 бенз(а)пирен - 0,1 тыс. т, сажа - 0,2 тыс. т. Модуль скорости ветра - 3 м/с.

Задача № 5

Определить годовой экономический ущерб от загрязнения атмосферы свалкой ТБО, расположенной в южной части г. Алматы (в районе пос. Алатау) длиной 2 км и шириной 500 м, если известно, что при сгорании ТБО выделяется: древесной пыли - 0,5 т за год, летучих углеводородов - 0,9 т за год, фенолов - 0,4 т за год. Температура выбросов - 100 °С, скорость оседания частиц - 21 см/с, модуль скорости ветра - 3 м/с. Примечание: используя карту города на кальку выкопировать данный участок и изобразить ломаной линией территорию свалки ТБО, обозначить зону влияния свалки как указано в методике и определить площадь ЗАЗ, произвести дальнейшие расчеты ущерба.

Задача № 6

Определить годовой экономический ущерб от загрязнений атмосферы трубой квартальной котельной участка территории г. Кокшетау, если известно, что высота источника выбросов 10 м, состав выбросов вредных веществ в год: сернистый ангидрид - 1,5 тыс. т, сажа - 2,7 тыс. т, оксиды азота - 1,5 тыс. т, оксид углерода - 0,1 тыс. т. Зона влияния включает: часть жилого района - 50 % территории ЗАЗ, садовые и дачные участки - 50 % территории ЗАЗ. Справка : плотность населения в жилом районе - 20 чел /га, модуль скорости ветра - 3 м/с.

Задача 7

Определить годовой экономический ущерб от загрязнения атмосферы выбросами ТЭЦ центральной части г. Петропавловска, если известно, что высота выбросов составляет 50 м, суммарные выбросы - 50 тыс. т., из них: оксиды азота - 10 тыс. т, оксид углерода - 7 тыс. т, сернистый ангидрид - 23 тыс. т, сажа - 10 тыс. т. Температура выбросов - 70 °С, скорость оседания частиц - 11 см/с. Справочные данные: значение модуля скорости ветра - 5 м/с, количество населения - 300 тыс. чел.

Задача № 8

Определить годовой экономический ущерб от загрязнения атмосферы выбросами Павлодарского нефтехимического комбината

территории пригородной зоны отдыха, если известно, что высота выброса 50 м, температура выброса - 75 °С, среднегодовой выброс составляет 38,5 тыс. т, из них: на оксиды алюминия - 20 тыс. т, сернистый ангидрид - 8 тыс. т, пары плавиковой кислоты - 2 т, оксиды натрия, магния и др. металлов - 8,5 тыс. т в год. Справка: модуль скорости ветра - 5 м/с, скорость оседания частиц - 21 см/с.

Задача № 9

Определить годовой экономический ущерб от загрязнения атмосферы выбросами единичной трубы АЗТМ, если известно ее высота - 20 м, температура выбросов - 75 °С. Состав выбросов: аммиак - 0,5 тыс. т, ацетальдегид - 0,1 тыс. т, сернистый ангидрид - 40 тыс. т, сажа - 15 тыс. т. Справка: модуль скорости ветра - 3 м/с, скорость оседания частиц - 11 см/с. Примечание: необходимо рассчитать ЗАЗ по формулам (3) Методики, затем с помощью карты города определить пространственный характер влияния данного источника выброса на близлежащую к нему территорию, произвести расчет параметра δ и дальнейший подсчет ущерба.

Задача №11

Определить годовой экономический ущерб от загрязнения атмосферными выбросами ТЭЦ-1 жилого района г. Павлодар, если известно, что высота неблагоприятных выбросов - 40 м.; среднегодовой выброс в атмосферу составляет 100 тыс. т. Состав и количество выбросов: Оксиды азота - 30 тыс. т, оксид углерода - 5 тыс. т, сернистый ангидрид - 30 тыс. т, сажа - 35 тыс. т. Температура выброса - 75 °С. Скорость оседания частиц - 0,5 см/с, (необходимые справочные данные: значение модуля скорости ветра на уровне флюгера - 3 м/с.; население в районе - 100 чел/га).

Задача № 12

Определить годовой экономический ущерб от выбросов нефтехимического предприятия в г. Актау, если известно, что высота источника выбросов - 60 м., среднегодовой выброс в атмосферу составил 90 тыс. т. Состав выбросов: летучие низкомолекулярные углеводороды - 10 тыс.

т, неорганические соединения свинца - 0,9 тыс. т, оксиды мышьяка - 0,1 тыс. т, оксид углерода - 50 тыс. т, оксиды азота - 20 тыс. т. Температура выбросов - около 80 °С. Скорость оседания частиц - 0,9 см/с, (необходимые справочные данные: значение модуля скорости ветра - 3 м/с). Зона влияния нефтехимического комбината составляет - 9 кв. км и включает в себя жилой район с плотностью населения 90 чел/га (5 кв. км), сады - 1 кв. км, дачные участки - 3 кв. км.

Задача № 13

Определить годовой экономический ущерб от выбросов трубы районной котельной участка территории г. Алматы, если известно, что высота источника выброса - 60 м., средний выброс вредных веществ составляет 95 тыс. т в год, из них: оксид углерода - 45 тыс. т, сернистый ангидрид - 30 тыс. т, сероводород - 15 тыс. т, сажа - 5 тыс. т. Температура выброса - 90 °С, скорость оседания частиц - 10 см/с. (Справочные данные: значение модуля скорости ветра - 2 м/с). Примечание: По карте города Алматы определить зону влияния данного источника выброса (ЗАЗ), если известно, что он расположен в мкр. "Орбита", рекомендуется определить зону влияния по формулам (3) Методики.

Задача №14

Определить годовой экономический ущерб от выхлопов автомобилей по автомагистрали с длиной участка 30 км, проходящей через пастбища (15 км) и пашни (15 км) между городами Караганда и Абай в Центральном Казахстане, если известно, что среднегодовой выброс в атмосферу составляет 25 тыс. т, из них: оксид углерода - 10 тыс. т, оксиды азота - 5 тыс. т, летучие углеводороды - 0,3 тыс. т; фенол - 0,3 тыс. т, 3-4 бенз(а)пирен - 0,2 тыс. т, сажа - 0,2 тыс. т. Модуль скорости ветра - 3 м/с.

Задачу № 15

Определить годовой экономический ущерб от загрязнения атмосферы свалкой ТБО, расположенной в северной части г. Алматы (в районе мкр. Дорожник) длиной 1,5 км и шириной 500 м, если известно, что при сгорании

ТБО выделяется: древесной пыли - 100 т за год, летучих углеводородов - 100 т за год, фенолов - 400 т за год. Температура выбросов - 110 °С, скорость оседания частиц- 21 см/с, модуль скорости ветра- 3 м/с.

Примечание: используя карту города, на кальку выкопировать данный участок и изобразить ломаной линией территорию свалки ТБО, обозначить зону влияния свалки как указано в методике и определить площадь ЗАЗ, произвести дальнейшие расчеты ущерба.

Задача №16

Определить годовой экономические ущерб от загрязнения атмосферы трубой квартальной котельной участка территории г. Костанан, если известно, что высота источника выбросов 8 м, состав выбросов вредных веществ в гад: сернистый ангирид - 15 тыс. т, сажа - 27 тыс. т, оксиды азота - 25 тыс т, оксид углерода - 0,5 тыс. т. Зона влияния включает: часть жилого района - 60 % территории ЗАЗ, садовые и дачные участки - 40 % территории ЗАЗ. Справка : плотность населения в жилом районе - 40 чел /га, модуль скорости ветра - 3 м/с.

Задача №17

Определить годовой экономический *ущерб* от загрязнения атмосферы выбросами ТЭЦ центральной части г. Актюбинска, если известно, что высота выбросов составляет 60 м, суммарные выбросы - 55 тыс. т, из них: оксиды азота - 10 тыс. т, оксид углерода - 12 тыс. т, сернистый ангидрид - 23 тыс. т, сажа -10 тыс. т. Температура выбросов - 75 °С, скорость оседания частиц - 11 см/с. Справочные данные: значение - модуля скорости ветра - 5 м/с, количество населения - 300 тыс. чел.

Задача № 18

Определить- годовой экономический ущерб от загрязнения атмосферы выбросами Шымкентского нефтехимического комбината территории пригородной зоны отдыха, если известно, что высота выброса 60 м, температура выброса - 85 °С, среднегодовой выброс составляет 50 тыс. т, из них: на оксиды алюминия - 30 тыс. т, сернистый ангидрид - X тыс. т, пары

плавиковой кислоты - 2 т, оксиды натрия, магния и др, металлов -10 тыс. т в год.
Справка: модуль скорости ветра - 5 м/с, скорость оседания частиц - 21 см/с.

Основная литература

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. С.В.Белова. – М.: Высшая школа, 2007. – 606 с.
2. Безопасность жизнедеятельности / Под ред. Л.А. Муравья. – М.: ЮНИТИ, 2009.

Лабораторная работа 16

Тема: «Исследование и оценка эффективности сооружений биологической очистки сточных вод»

Цель работы: Изучить эффективность сооружений очистки сточных вод. Получить практические навыки по исследованию качества питьевой воды по концентрации солей твердых растворенных веществ.

2. Теоретическая часть

Проблема выживания человечества в определенной степени связана с получением и использованием качественной питьевой воды.

Природные воды представляют собой сложные системы, основу которых составляет химическое соединение, имеющее формулу H_2O . Примеси могут быть во взвешенном, коллоидном и растворенном состояниях.

Примеси во взвешенном состоянии представляют собой нерастворимые в воде суспензии и эмульсии.

Примеси в коллоидном состоянии представляют собой гидрофильные и гидрофобные органические и минеральные коллоидные частицы.

Различают **физические, химические, биологические и бактериологические** показатели качества воды.

К физическим показателям относятся:

взвешенные вещества, которые характеризуют наличие в воде частиц песка, глины, планктона и др.

цветность воды обусловлена присутствием в воде гумусовых, дубильных веществ, органических кислот и других органических соединений. Она определяется по платиново-кобальтовой шкале и выражается в градусах.

запах и вкус определяются растворенными солями, газами, органическими соединениями. Оценку вкуса и запаха проводят органолептически.

Важным параметром воды является ее жесткость. Жесткость воды есть совокупность свойств, обусловленная содержанием в ней ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . Сумма концентраций этих ионов дает общую жесткость воды. Она складывается из карбонатной (временной) и некарбонатной (постоянной). Карбонатная жесткость воды вызвана присутствием растворенных гидрокарбонатов кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и магния $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Некарбонатная жесткость воды вызвана присутствием сульфатов, хлоридов, силикатов, фосфатов кальция и магния. По количественному содержанию ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} природная вода бывает мягкой (общая жесткость до 2 ммоль/л), средней жесткости (2... 10 ммоль/л) и жесткой (больше 10 ммоль/л).

Требования к эпидемической безопасности, химическому составу, органолептическим свойствам питьевой воды изложены в СанПиН 2.1.4.559-96, выдержки из него приведены в приложении А.

Концепция СанПиН 2.1.4.559-96 основана на принципе регионального подхода и известной триады требований к качеству питьевой воды, общепризнанной во всем мире:

питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении;
безвредна по химическому составу;
обладать благоприятными органолептическими свойствами.

На промышленных предприятиях, помимо питьевой воды, используется техническая вода и вода на технологические цели (требования к ее качеству определяются, как правило, характером технологического процесса).

Требования к количеству и качеству используемой в промышленности воды определяются характером технологического процесса, а также конкретными условиями размещения данного производства.

Требования к технической воде определяются стандартами и нормативами корпораций и предприятий.

Способы и методы обработки воды, состав сооружений по водоочистке зависят от свойств воды водоисточника, требований к качеству очищенной воды.

Под **улучшением качества воды** понимают комплекс мероприятий, направленных на **осветление** (устранение мутности воды), обесцвечивание (устранение цветности воды) и **обеззараживание** (освобождение воды от патогенных микроорганизмов). В отдельных случаях прибегают к использованию специальных методов обработки воды: опреснению, умягчению, обезжелезиванию, фторированию и т.д.

Осветление достигается методами **отстаивания, коагулирования и фильтрования.**

Наиболее распространенными **коагулянтами** являются: сульфат алюминия, хлорид алюминия, хлорид железа, сульфат железа. Процесс коагулирования воды не отличается постоянством параметров работы очистных сооружений, поэтому для интенсификации очистки применяют дополнительные реагенты – флокулянты.

В практике водоподготовки используют следующие классы **флокулянтов:**

- неорганические (активированная кремниевая кислота);
- органические высокомолекулярные соединения (ВМС), полученные переработкой природных продуктов (альгинат натрия, крахмал, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ));
- синтетические ВМС (полиакриламид, праестол, полиэтиленимин и др.);
- катионные флокулянты (ВА-2, ВА-212, ВА-202).

Фильтрование через зернистый слой используется как завершающий этап очистки воды от загрязнений, гарантирующий достижение необходимого качества воды, удовлетворяющего требованиям СанПиН 2.1.4.559—96. В большинстве случаев таким требованиям удовлетворяют зернистые фильтры с

использованием в качестве загрузки кварцевого песка и гравия. В настоящее время разработчики из многих стран продолжают исследовать фильтрование воды через зернистую загрузку, в том числе и с использованием новых материалов.

Завершающим этапом подготовки воды для питьевых целей является ее обеззараживание, которое может быть осуществлено с помощью хлорирования, озонирования, бактерицидного облучения и других способов.

Давно известен способ обеззараживания воды с использованием соединений серебра, который может быть использован, например, в походных условиях.

Первые исследования по влиянию бактерицидного действия серебра на микроорганизмы провел в XIX в. швейцарский ботаник К. Негели на примере пресноводных водорослей. Следует отметить, что до сих пор это явление является малоизученным, что не препятствует практическому использованию серебра для обеззараживания воды, используемой для питьевых целей.

Бактерицидное действие серебра проявляется при концентрации более 0,04 мг/л, а при концентрации 0,1...0,3 мг/л кишечная палочка погибает в течение часа. При повышении температуры бактерицидное действие возрастает. Преимущество серебра перед остальными обеззараживающими реагентами состоит в более длительном бактерицидном действии.

Для доочистки и умягчения жесткой водопроводной воды в бытовых условиях наибольшее распространение получили фильтры, работа которых базируется на следующих методах: **сорбция, ионообменный метод, электрохимический метод, метод обратного осмоса.**

Метод сорбции

Под сорбционной очисткой воды обычно понимают сорбцию (концентрирование) веществ на поверхности (адсорбция) или в объеме пор (абсорбция) твердого материала. Вещество, на поверхности или в объеме пор

которого происходит концентрирование поглощаемого вещества, называют сорбентом, а само вещество – сорбатом. Сорбционные явления основаны на физическом и химическом взаимодействии сорбата и сорбента. Физическая сорбция обусловлена силами молекулярного взаимодействия, в основном дисперсионными. Последние возникают при сближении молекул материала сорбента и сорбируемого вещества и проявляются в упорядочении движения частиц вследствие взаимного притяжения.

Способность удерживать на поверхности молекулы зависит от свойств твердого тела, размеров его частиц, а также наличия на поверхности мельчайших пор и капилляров. Для сорбционной очистки воды используют множество материалов естественного и искусственного происхождения: активированный уголь, силикагель (пористая белая масса по составу диоксид кремния SiO_2), цеолиты (минералы, близкие к полевым шпатам), различные глинистые породы (каолинит, тальк, гидрослюда и др.). Следует отметить, что чаще других применяют активированные угли. Это пористые твердые тела, пустоты которых соединены между собой так, что структура их напоминает структуру древесины. В настоящее время для сорбции из водных растворов используют гранулированные и порошкообразные угли, а также углеродные волокна. Промышленность выпускает более 30 марок активированных углей, удельная площадь поверхности которых колеблется в пределах 450...1800 $\text{м}^2/\text{г}$.

Сорбционный метод очистки позволяет удалить загрязнения чрезвычайно широкой природы практически до любой остаточной концентрации. Так, этим способом удается извлечь из растворов более 99 % фенолов, 99 % бензола, 95 % пестицидов, 99,5 % хлороформа, 98 % свинца, 99 % меди, 99 % кадмия, 95 % веществ, придающих воде цветность, 90 % органического углерода. Таким образом, сорбция является практически универсальным методом очистки воды.

Водоочиститель сорбционного типа «Аквафор».

Устройство и принцип работы

Водоочиститель состоит из фильтрующего модуля и переходной втулки для подключения его к крану. Все переходные втулки оснащены аэраторами или рассекателем, задерживающими крупные частицы и обеспечивающими наиболее комфортную и мягкую струю воды.

Содержащиеся в воде растворенные примеси поглощаются фильтрующим материалом – сорбентом, находящимся внутри водоочистителя. Загрязненная вода под действием давления проходит сначала фильтр первой ступени 1, производящий очистку от взвесей, примесей и тяжелых металлов, а затем очищается во второй ступени 2 угольного фильтра. Этот фильтр 2 представляет собой сорбционную матрицу с уплотненным активированным углеродным волокном – производит глубокую очистку от хлора, органических веществ, тяжелых металлов, бактерий и солей жесткости. При прохождении через фильтр третьей ступени 3 вода окончательно очищается и вытекает через изливную трубку 4 (рисунок 3.1).

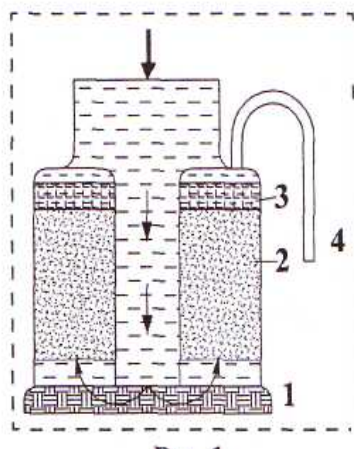


Рисунок 7.1 – Водоочиститель сорбционного типа «Аквафор»

Техническая характеристика:

– габаритные размеры:

диаметр корпуса, мм..... 65;

высота, мм..... 120

– масса, кг 0,2

– производительность, л/ч (л/мин) 18 (0,3)

Водоочиститель обеспечивает высокую эффективность очистки при пропускании через него 400 л водопроводной воды. Наибольшая эффективность очистки достигается при скорости фильтрации 0,15...0,3 л/мин. Эффективность очистки показана в таблице 3.1.

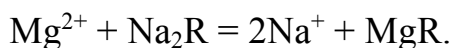
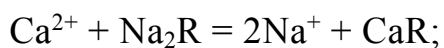
Таблица 7.1 – Эффективность очистки водоочистителем «Аквафор»

Примесь	ПДК	Эффективность очистки, %
Фенол	100	99,5
Бензол	70	99
Пестициды (ГХЦГ)	0,2	95
Хлороформ	1,8	99,5
Свинец	7	98
Медь	2,9	99
Кадмий	80	99

Ионообменный метод

В основе этого метода лежит обратимая химическая реакция, при которой происходит обмен ионами, находящимися на поверхности твердой фазы и ионами в растворе, так называемый гетерогенный ионный обмен. Имеются твердые вещества, которые содержат в своем составе подвижные ионы, способные обмениваться на ионы внешней среды. Они получили название ионитов. Особенно распространены ионообменные смолы, получаемые на основе синтетических полимеров. Иониты делятся на две группы. Одни из них обменивают свои катионы на катионы среды и называются катионитами, другие обменивают анионы и называются анионитами.

Примером гетерогенного ионного обмена может служить устранение жесткости и обессоливание воды. Если пропускать воду через слой катионита алюмосиликата состава $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, то активные ионы натрия Na^+ в нем будут обмениваться на ионы кальция Ca^{2+} и магния Mg^{2+} , содержащиеся в воде и придающие ей жесткость. Схематически эти процессы можно выразить уравнениями:



Здесь Na_2R – условное выражение состава катионита; Na^+ – весьма подвижный катион; R^{2-} – частица катионита, несущая отрицательный заряд. Таким образом, ионы кальция и магния переходят из раствора в катионит, а ионы натрия – из катионита в раствор, жесткость воды при этом устраняется.

Этот метод позволяет обеспечить высокую эффективность очистки от многих примесей: активного хлора, хлор- и фосфорсодержащих пестицидов, фенолов, железа, тяжелых и радиоактивных металлов. Так, этим способом удастся извлечь из растворов 99 % свинца, 90 % кадмия, 94 % цезия – 137, 90% алюминия, 95 % железа, 98 % хлора.

Водоочиститель ионообменного типа «Гейзер М»

Устройство и принцип работы

Фильтр (рисунок 3.2) состоит из корпуса 1, пористого фильтрующего элемента 2, выпускного заворачивающегося патрубка 3 и гайки 4, соединяющей корпус фильтра с краном.

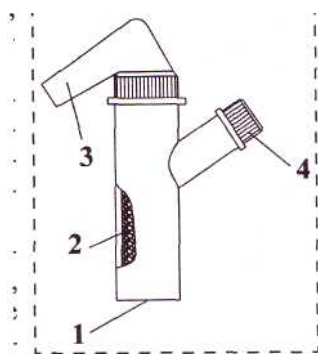


Рисунок 7.2 – В
ионообменного

Фильтр «Гейзер М» предназначен для доочистки питьевой воды. В процессе фильтрации вода проходит три стадии очистки:

- поверхность фильтроэлемента задерживает взвесь мельчайшие нерастворимые частицы, масла, другие нефтепродукты, а также микроорганизмы и вирусы (как правило, прикрепленные к частичкам грязи);

- за счет химического связывания из воды удаляют остаточный хлор, тяжелые и радиоактивные металлы. Развитая активная поверхность частично

сорбирует органические соединения, хлор- и фосфороорганику, ядохимикаты, пестициды и другие примеси;

– небольшая добавка серебра подавляет жизнедеятельность отфильтрованных микроорганизмов, они не могут размножаться и погибают.

Эффективность очистки приведена в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Показатели эффективности очистки воды на водоочистителе «Гейзер М»

Показатели и примеси	Эффективность очистки, %, при объеме водопроводной воды, л		
	150	1000	3000
Взвешенные частицы > 5 мкм	100	100	100
Мутность	90	100	100
Цветность	87	100	100
Хлор	90	90	90
Свинец, кадмий, цезий-137 и др	95	95	95
Железо общее	85	95	97
Алюминий	70	80	80
Пестициды и канцерогены	95	95	95
Микроорганизмы	90	90	90
Кишечная палочка	99	99	99

Техническая характеристика:

– габаритные размеры, мм 160 x 110 x 30

– масса, кг 0,15

– скорость фильтрации воды, л/мин не более 0,5

Электрохимический метод

Очистка воды с помощью электричества осуществляется в трех камерах установки: анодной, каталитической и катодной, через которые последовательно проходит очищаемая вода. В качестве очистителей выступают окислители (хлор, кислород, озон и их производные), которые на

доли секунды возбуждаются электричеством из химических соединений, присутствующих в исходной воде.

В анодной камере происходит уничтожение микроорганизмов всех видов и форм, микробных токсинов, фенолов и других органических соединений. Под воздействием окислителей они распадаются на простые нетоксичные вещества и, в частности, на воду и углекислый газ. Здесь же происходит окислительная деструкция содержащихся в водопроводной воде токсичных диоксинов.

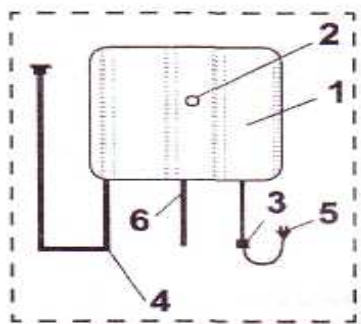
В каталитической камере продолжается процесс дальнейшего окисления органических соединений и происходит разрушение вредных хлорных соединений. Из этой камеры выходит вода, насыщенная кислородом и практически лишенная растворенных соединений активного хлора.

В катодной камере под воздействием восстановителей происходит снижение токсичности воды, обусловленной наличием в ней ионов тяжелых металлов. Тяжелые металлы преобразуются в нерастворимые гидроксиды и незаряженные атомы.

Водоочиститель электрохимического типа «Изумруд»

Устройство и принцип работы.

Основным узлом водоочистителя (рисунок 3.3) является диафрагменный электрохимический реактор.



На наружной поверхности корпуса 1 водоочистителя расположены:
индикаторная лампочка включения эл
Рисунок 7.3 – Водоочиститель электрохимического типа «Изумруд»
выключатель 3,
шланг для подачи воды 4,

провод для подключения к электросети 5,
выходной шланг для очищенной воды 6.

Техническая характеристика:

- производительность, л/ч 40...60
- питание от электрической сети 220 В, 50 Гц
- потребляемая мощность, Вт 10
- габариты, мм.....220 x 280 x 45
- масса, кг.....1,2

Метод обратного осмоса

Осмоз – диффузия вещества через полупроницаемую перегородку (мембрану), разделяющую чистый растворитель (или загрязненную воду) и раствор (или чистую воду) и проницаемую только для растворителя. Термин «обратный» осмос используется в связи с тем, что он является процессом, обратным процессу, называемому осмосом. Обратный осмос – это явление, при котором при создании определенного давления в более концентрированном растворе (загрязненная вода) через полупроницаемую перегородку (мембрану) начинается обратный процесс прохождения растворителя от более концентрированного раствора к слабо концентрированному, а растворенные вещества задерживаются на мембране. Спиральная тонкопленочная мембрана состоит из миллионов микропор. Так как молекулы воды относительно малы, они могут просочиться через эти поры, в то время как молекулы большей части примесей – не могут. Производительность мембран обратного осмоса прямо пропорциональна размеру (площади поверхности) используемой мембраны. Для того чтобы увеличить производительность, используют максимальную площадь поверхности.

Установка обратного осмоса «WATERMAKER»

Устройство и принцип работы

Очистка от примеси осуществляется на
четырех ступенях (рисунок 3.4).

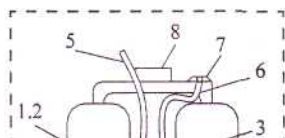
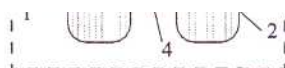


Рисунок 7.4 – Установка обратного осмоса «WATERMAKER»



Первая ступень 1 – узел осадочного предварительного фильтра. Функция этого фильтра — удаление грязи и нерастворенных частиц, которые могут оказаться в воде. Осадочный фильтр расположен в основании предварительного угольного картриджа.

Вторая ступень 2 – предварительный фильтр из активированного угля. Предназначен для адсорбции хлора, присутствующего в подаваемой воде, и позволяет использовать тонкопленочную мембрану (ТПМ). Он служит также дополнительным предварительным фильтром для нерастворенных твердых веществ.

Третья ступень 3 – часть системы, содержащая спиральный элемент мембраны 2. Это обычная тонкая органическая пленка, которая позволяет некоторым ионам или веществам просачиваться, и в то же время препятствует проходу других. На этой ступени из подаваемой воды выводится 85...95 % всех растворенных твердых веществ.

Четвертая ступень 4 — окончательный фильтр из активированного угля, который предназначен для удаления всех оставшихся органических примесей.

Установка обратного осмоса «WATERMAKER» включает в себя также длинную 5 и короткую 6 пластиковые трубки, головку отвода чистой воды 7 и присоединительное устройство 8.

Как правило, эффективность фильтров при доочистке водопроводной воды не подтверждает заявленной в руководствах по эксплуатации. Однако целесообразность использования бытовых фильтров сомнению не подлежит, и качество отфильтрованной воды в большинстве случаев улучшается, хотя и с эффективностью чаще всего меньше заявленной.

Контроль качества питьевой воды обеспечивается организацией, осуществляющей эксплуатацию системы водоснабжения, службами Санэпидемнадзора, а также независимыми организациями, получившими аттестаты аккредитации Госстандарта России.

3. Оборудование и материалы

Установка представляет собой лабораторный стол 1 оригинальной конструкции, выполненный в виде металлического сварного каркаса, на котором установлена столешница 2 и вертикальная панель 3. Внешний вид установки представлен на рисунке 7.5.

На столешнице 2 установлена раковина сливная 4, которая соединяется с существующей системой канализации. На столешнице также размещены мерные стаканы 5 и карманный измеритель TDS 6.

На вертикальной панели 3 закреплены:

гидросистема 7 для подвода воды;

фильтр «Аквафор В300» 8;

фильтр «Гейзер» 9 ;

установка очистительная «Изумруд» 10;

установка очистительная «WATERMAKER» 11.

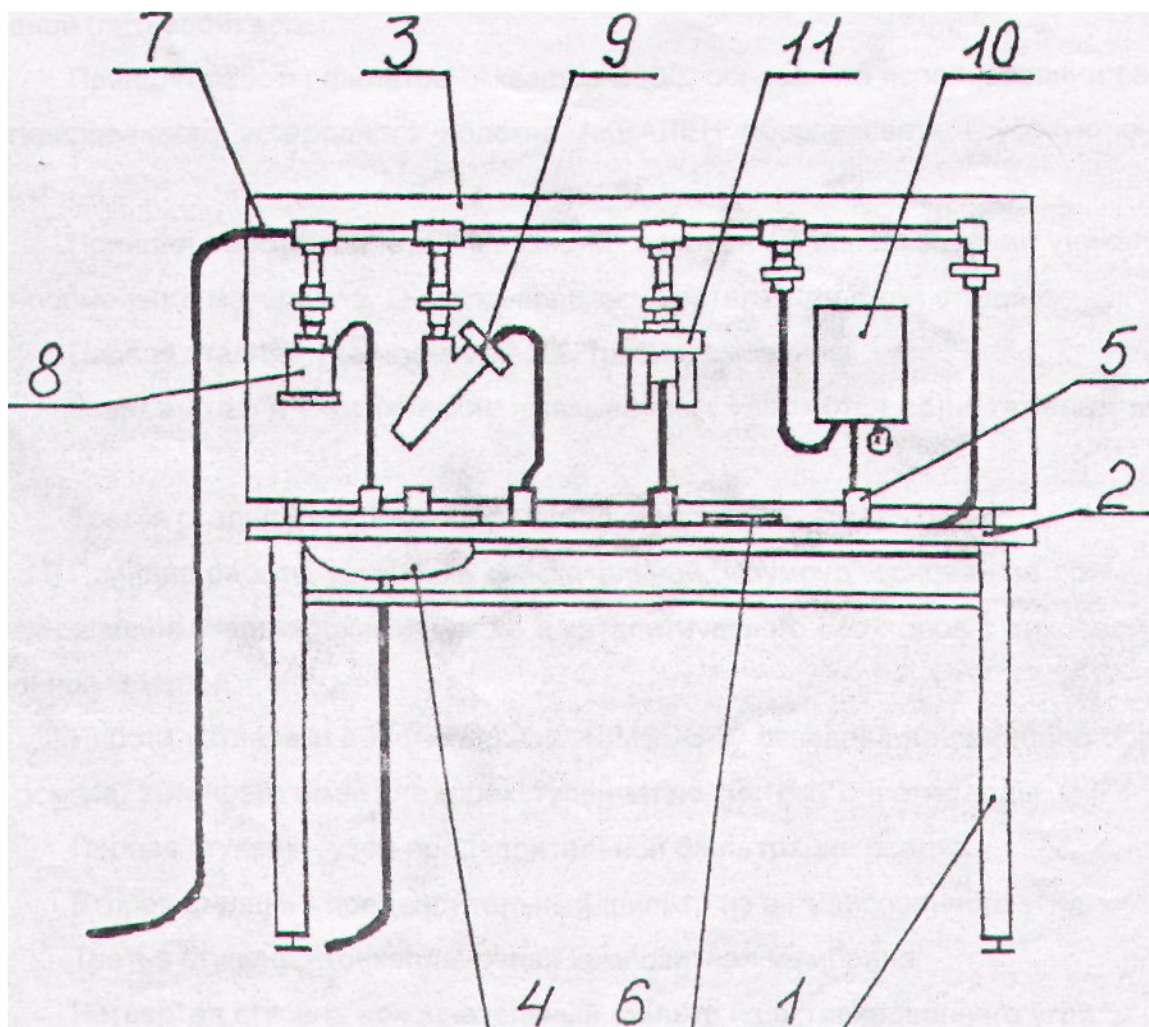


Рисунок 7.5 – Внешний вид установки для исследований

Гидросистема 7 имеет основную водную магистраль и пять отводных каналов подвода воды. На каждом из отводных каналов установлены шаровые краны. Фильтры и установки очистительные подсоединены к четырем каналам подвода воды. Пятый канал предназначен для отбора проб неочищенной водопроводной воды.

Подвод воды к гидросистеме 7 осуществляется от системы водопровода холодной (питьевой) воды.

Принцип работы фильтра «Аквафор В300» основан на использовании свойств активированного углеродного волокна АКВАЛЕН обеспечивать глубокую очистку воды.

Принцип работы фильтра «Гейзер-М» основан на использовании уникального ионообменного материала. Очистка воды осуществляется в три стадии.

Первая стадия – задержка внешней поверхностью фильтрующего патрона грязи и ржавчины.

Вторая стадия – химическое связывание солей тяжелых металлов, радиоактивных веществ, остаточного хлора и пестицидов.

Третья стадия – блокировка размножения микроорганизмов за счет введения в рабочее тело фильтра серебра.

Установка очистительная «Изумруд» предназначена для доочистки питьевой воды, корректировки ионного состава ее, изменения показателей кислотности, щелочности и окислительно-восстановительного потенциала, синтеза активированных растворов (анолита и католита). Принцип работы установки очистительной «Изумруд» основан на применении диафрагменных электрохимического и каталитического реакторов с вихревой реакционной камерой. Технология очистки воды в этой установке включает несколько стадий, разделенных во времени:

микрофильтрация;

анодное окисление, обеспечивающее уничтожение микроорганизмов и деструкцию вредных органических соединений;

электромиграционное удаление ионов тяжелых металлов;

каталитическое разложение соединений активного хлора;

катодное восстановление (нейтрализация) ионов тяжелых металлов;

электромиграционное удаление нитратов и нитритов.

Работа установки очистительной «WATERMAKER» основана на принципе обратного осмоса. Внутри корпуса находится специальная ацетатцеллюлозная мембрана для обратного осмоса, которая изготовлена в виде спирального элемента. Система обратного осмоса разделяет поступающую воду на два потока. Первый – продукт обработки (очищенная вода), содержащий менее 10% первоначального содержания твердых

растворенных веществ. Второй поток – солевой поток (концентрат), который несет в себе соли и вещества, удаленные из подаваемой воды.

Установка имеет четырехступенчатую систему очистки воды.

Первая ступень – узел предварительной фильтрации воды.

Вторая ступень – предварительный фильтр из активированного угля.

Третья ступень – тонкопленочная композитная мембрана.

Четвертая ступень – окончательный фильтр из активированного угля.

Для оценки качества питьевой воды используется карманный измеритель TDS 6.

4 Указания по технике безопасности

1. К работе с установкой допускаются лица, ознакомленные с ее устройством, принципом действия и мерами безопасности.

2. Запрещается при очистке воды конкретным фильтром или установкой устанавливать расход воды, превышающий значение 0,5 л/мин.

3. Запрещается включать напряжение на установке очистительной «Изумруд» без предварительной подачи воды.

4. При появлении протечек в гидросистеме следует прекратить проведение лабораторной работы до устранения неисправности.

5. Использовать при работе только холодную воду. Вода температурой выше 35°C повредит фильтры.

6. Избегайте резкого открывания кранов. Вода в системе находится под давлением. Это может привести к механическому разрушению водоочистителей с соответствующими последствиями.

5 Задания

1. Поставить под гибкую трубку пятого свободного отводного канала стакан вместимостью 0,25 л. Открыть полностью шаровой кран на этом канале. С помощью вентиля на водопроводе установить подачу воды

0,5л/мин. Подача воды определяется следующим образом: с помощью секундомера засечь время, за которое в стакан вытечет 0,2 л. Время заполнения стакана должно быть 24 секунды. Положить конец гибкой трубки этого канала в сливную раковину. Произвести отбор 150 мл неочищенной водопроводной воды в стакан вместимостью 0,25 л.

Установить стаканы для отбора проб воды под выходные гибкие трубки фильтров и очистительных установок.

2. Полностью открыть шаровой кран на отводном канале, соединенном с фильтром «Аквафор В300», закрыть кран на свободном канале и произвести отбор 150 мл очищенной воды в стакан 0,25 л. Закрыть кран на канале с фильтром и открыть кран на свободном канале.

3. С помощью карманного измерителя TDS 6 провести измерение содержания солей твердых веществ сначала в пробе очищенной воды, а затем в пробе неочищенной воды.

4. Определить эффективность очистки водопроводной воды по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{M - n}{M} * 100, \% \quad (3.1)$$

где М – концентрация солей твердых веществ в неочищенной воде, мг/л;

n – концентрация солей твердых веществ в очищенной воде, мг/л .

5. Произвести действия на отводном канале, соединенном с фильтром «Гейзер-М» в соответствии с п.3. Провести измерение содержания солей твердых веществ в пробе воды. Определить эффективность очистки водопроводной воды по формуле 3.1.

6. Произвести действия на отводном канале, соединенном с установкой очистительной «WATERMAKER» в соответствии с п.3. Провести измерение содержания солей твердых веществ в пробе воды. Определить эффективность очистки водопроводной воды по формуле 1.

7. Установить подачу воды 1 л/мин, что соответствует заполнению стакана до отметки 0,2 л за 12 секунд. Полностью открыть шаровой кран на

отводном канале, соединенном с установкой очистительной "Изумруд", и закрыть кран на свободном канале. Включить выключатель на установке (загорится контрольная лампа). Произвести отбор 150 мл очищенной воды в стакан, вместимостью 0,25 л. Выключить установку, закрыть кран на канале с установкой и открыть кран на свободном канале. Провести измерение содержания солей твердых веществ в пробе воды. Определить эффективность очистки водопроводной воды по формуле 3.1.

8. После проведения эксперимента закрыть вентиль на водопроводе и все шаровые краны. Отключить установку очистительную «Изумруд» от сети переменного тока. Все пробы воды слить из стаканов в раковину.

6 Содержание отчета

1. Титульный лист;
2. Цель работы;
3. Краткий конспект теоретического материала;
4. Результаты измерений и расчетов (таблица 3.3);
5. Выводы.
6. Ваши предложения по совершенствованию лабораторной работы.

Таблица 7.3 – Результаты исследований концентрации твердых растворенных веществ

Наименование фильтра	Первоначальное качество воды	Качество воды после очистки	Эффективность очистки, %
фильтр «Аквафор В300»			
фильтр «Гейзер»			
установка очистительная «Изумруд»			
установка очистительная «WATERMAKER»			

7. Контрольные вопросы

Контрольные вопросы

Базовый уровень

1. Перечислите требования к безопасности питьевой воды в эпидемическом отношении.
2. Перечислите требования к безвредности питьевой воды по химическому составу.
3. Перечислите требования к органолептическим свойствам питьевой воды.
4. Перечислите требования к радиационной безопасности питьевой воды.
5. Что понимают под термином «улучшение качества воды» ?
6. Какими методами осуществляется осветление воды ?

Повышенный уровень

7. Перечислите способы обеззараживания питьевой воды.
8. Какие стадии очистки проходят при работе фильтра «Гейзер-М»?
9. Какие стадии очистки проходят при работе установки очистительной «WATERMAKER»?
10. Какие стадии очистки проходят при работе установки очистительной «Изумруд»?

8 Список литературы

Основная литература

3. Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. С.В.Белова. – М.: Высшая школа, 2007. – 606 с.
4. Безопасность жизнедеятельности / Под ред. Л.А. Муравья. – М.: ЮНИТИ, 2009.
5. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: 2001

Дополнительная литература

6. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка. – М.: Изд-во МГУ , 1996. – 680 с.
7. Захарченко М.П., Кошеклев Н.Ф. Гигиеническая диагностика водной среды. – СПб.: Наука, 1996. – 247 с.
8. СанПиН 2.1.4.559—96 Вода питьевая.

Лабораторная работа 17

Тема: «Изучение принципов работы охранно-пожарной сигнализации»

1. Цель работы: Изучить принципы работы различных типов пожарных извещателей и приемно-контрольных приборов. Получить практические навыки по включению пожарных извещателей в сеть охранно-пожарной сигнализации.

2. Теоретическая часть

Любой пожар сопровождается изменением характеристик окружающей среды, обусловленных развитием горения и возникновением конвективного теплового потока над его очагом. К таким характеристикам можно отнести: повышенную температуру окружающей среды, дым и продукты горения, а также световое излучение пламени.

Для получения информации о тревожной ситуации на объекте в состав пожарной сигнализации входят пожарные извещатели (ПИ), которые отличаются друг от друга типом контролируемого физического параметра, принципом действия чувствительного элемента, способом передачи информации на центральный пульт управления сигнализацией.

Автоматические ПИ преобразуют неэлектрические информационные параметры пожара в электрические сигналы, которыми достаточно свободно можно оперировать при переработке информации приемно-контрольными приборами. В соответствии с ГОСТ 12.2.047 **автоматический пожарный извещатель** – это устройство для формирования сигнала о пожаре, которое реагирует на факторы, сопутствующие пожару.

По принципу формирования информационного сигнала о пожаре извещатели пожарной сигнализации делятся на активные и пассивные.

Активные извещатели пожарной сигнализации генерируют в зоне сигнал и реагируют на изменение его параметров.

Пассивные извещатели реагируют на изменение параметров окружающей среды, вызванное возгоранием или изменением состояния окружающей среды.

Пожарная сигнализация использует пожарные извещатели, контролирующие различные физические параметры. В системах пожарной сигнализации применяются тепловые, дымовые, газовые, световые, ионизационные, комбинированные и ручные извещатели.

Тепловой пожарный извещатель – пожарный извещатель, реагирующий на определенное значение температуры и (или) скорости ее нарастания. Принцип действия тепловых пожарных извещателей заключается в изменении свойств чувствительных элементов при изменении температуры.

В начальной стадии пожара, когда имеет место процесс медленного горения с выделением большого количества дыма, наиболее эффективным является применение **дымовых извещателей**.

Дымовой пожарный извещатель (ДПИ) – пожарный извещатель, реагирующий на частицы твердых или жидких продуктов горения и (или) пиролиза в атмосфере.

Для обнаружения быстроразвивающихся пожаров в их начальной стадии наиболее эффективны **извещатели пламени**. Специфическими особенностями использования извещателей пламени является то, что обнаружение излучения очага пожара на излучающем фоне требует специальных мероприятий по защите от ложных срабатываний.

Комбинированный пожарный извещатель – пожарный извещатель, реагирующий на два или более фактора пожара.

Общей классификацией пожарных извещателей (ПИ) является:

- способ приведения в действие;
- способ электропитания; возможность установки адреса в ПИ.

По способу приведения в действие ПИ подразделяют на автоматические и ручные.

По способу электропитания ПИ подразделяют на:

- питаемые по шлейфу;
- питаемые по отдельному проводу;
- автономные.

По возможности установки адреса в ПИ их подразделяют на адресные и безадресные.

Общая классификация автономных ПИ

Автономные ПИ классифицируются по функциональным возможностям и принципу обнаружения пожара.

По функциональным возможностям автономные ПИ разделяют на два типа: автономные дымовые пожарные извещатели и автономные комбинированные пожарные извещатели.

По принципу обнаружения пожара автономные дымовые пожарные извещатели разделяют на два типа: автономные пожарные извещатели оптико-электронные, автономные пожарные извещатели радиоизотопные.

По характеру реакции на пожар извещатели бывают **максимального действия** (реагируют на определенное значение температуры), **дифференциальные** (воспринимают скорость изменения контролируемого параметра, например температуры) и **максимально-дифференциальные** (реагируют и на максимальное значение температуры и на скорость изменения её).

Особенности классификации дымовых ПИ

Особенностью классификации дымовых ПИ является принцип их действия. По этому показателю они подразделяются на ионизационные и оптические. При этом, дымовые ионизационные ПИ подразделяют по принципу действия на радиоизотопные и электроиндукционные. Дымовые оптические ПИ подразделяют по конфигурации измерительной зоны на точечные и линейные. Оптические ПИ разделяют по виду выходного сигнала

на два типа с дискретным выходным сигналом, с аналоговым выходным сигналом. Извещатели пожарные дымовые оптоэлектронные линейные (ИПДЛ) разделяют на 2 типа: двухпозиционный, содержащий один приемник и один передатчик (может содержать отражатели), однопозиционный, содержащий один приемопередатчик и отражатели, один или более.

Особенности классификации тепловых ПИ

По характеру реакции на повышение температуры тепловые ПИ подразделяют на:

- максимальные тепловые пожарные извещатели — это извещатели, формирующие извещение о пожаре при превышении температурой окружающей среды установленного порогового значения, т. е. при достижении температуры срабатывания извещателя;
- дифференциальные тепловые пожарные извещатели — это извещатели, формирующие извещение о пожаре при превышении скоростью нарастания температуры окружающей среды установленного порогового значения;
- максимально-дифференциальные тепловые пожарные извещатели — извещатели, совмещающие функции максимального и дифференциального теплового пожарного извещателя;
- тепловые пожарные извещатели с дифференциальной характеристикой — извещатели, температура срабатывания которых зависит от скорости повышения температуры окружающей среды.

Максимальные, максимально-дифференциальные извещатели и извещатели с дифференциальной характеристикой в зависимости от температуры и времени срабатывания подразделяют на десять классов: А1, А2, А3, В, С, D, E, F, G, H.

Дифференциальным извещателям присваивают класс R1.

Особенностью классификации тепловых ПИ является конфигурация измерительной зоны. По этому показателю тепловые ПИ подразделяют на точечные, многоточечные и линейные.

Особенности классификации ПИ пламени

Особенностью классификации ПИ пламени является область спектра электромагнитного излучения, воспринимаемого чувствительным элементом извещателя. Данный спектр может быть ультрафиолетовым, инфракрасным, видимым, многодиапазонным.

Извещатель должен реагировать на излучение, создаваемое тестовыми очагами. По чувствительности к пламени извещатели подразделяют на четыре класса в зависимости от расстояния, при котором наблюдается устойчивое срабатывание извещателей от воздействия излучения пламени тестовых очагов, за время, установленное изготовителем в ТУ на извещатели конкретных типов, но не более 30 с:

- 1-й класс — расстояние 25 м;
- 2-й класс — расстояние 17 м;
- 3-й класс — расстояние 12 м;
- 4-й класс — расстояние 8 м.

Класс извещателей должен быть установлен в ТУ на извещатели конкретных типов.

3 Оборудование и материалы

Стенд «Охранно-пожарная сигнализация» (рисунок 8.1) предназначен для наглядного представления аппаратных и технических средств системы охранно-пожарной сигнализации, для демонстрации конструктивных элементов системы, для демонстрации работы системы в различных режимах, для имитации состояния системы при особых случаях и различных видах неисправности.

Стенд состоит из стойки, на которой крепятся съемные панельные модули. Панельный модуль представляет собой автономный функционально законченный элемент.

Ввод типа неисправности и имитация состояния системы при различных неисправностях осуществляется встроенным микроконтроллерным устройством



Рисунок 8.1 – Стенд «Охранно-пожарная сигнализация»

Работа со стендом возможна в трех режимах:

1. режим обучения;
2. рабочий режим;
3. аварийный режим.

Режим обучения заключается в визуальной демонстрации на стенде аппаратных и технических средств системы охранно-пожарной сигнализации, демонстрации способов подключения извещателей и оповещателей к прибору, демонстрации способов питания извещателей, оповещателей и приборов контроля, демонстрации способов монтажа, демонстрации различных конструктивных приспособлений.

Рабочий режим позволяет продемонстрировать работу системы при различных тактиках охраны и при различных состояниях системы.

Возможна демонстрация:

- ограничения доступа к элементам системы

- демонстрация постановки объектов на охрану
- снятие объекта с охраны, демонстрация ряда дежурных режимов (централизованная охрана, пожарная охрана)
- комбинированная охрана)

демонстрация состояния системы - ВНИМАНИЕ, демонстрация состояния системы - ТРЕВОГА

- демонстрация состояния системы - АВАРИЯ.

Аварийный режим позволяет продемонстрировать состояние системы при различных неисправностях.

Возможна имитация аварийного состояния системы в следующих случаях:

- обрыв линии связи
- короткое замыкание на линии связи
- невозможность постановки объекта на охрану
- ложное срабатывание
- отсутствие срабатывания
- отсутствие светового оповещения
- отсутствие звукового оповещения
- отсутствие питания в сети
- неисправность прибора
- неисправность датчика.

Перечень основных модулей стенда:

1. Извещатель дымовой
2. Извещатель тепловой
3. Извещатель ручной ИПР
4. Извещатель инфракрасный
5. Извещатель магнитоконтактный ИО102-14.
6. Выносное устройство оптическое световое ВУОС (ЭЛАТ)
7. Оповещатель комбинированный звуковой\световой КОРБУ-2М.
8. Оповещатель речевой «Лигард-Сигнал 2».

9. Оповещатель световой (Табло) «ПОЖАР».
10. Электронный ключ TouchMemory (порт доступа)
11. Прибор приемно-контрольный и управления охранно-пожарной сигнализацией «Гранит-4».
12. Линия связи.
13. Концевой выключатель.
14. Концевое устройство.
15. Эквивалент.
16. Панель состояния (внимание, авария, тревога)

4. Указания по технике безопасности

3. К работе со стендом допускаются студенты после, ознакомления с методическими указаниями до выполнению лабораторной работы, ознакомления с устройством и принципом действия стенда и правилами поведения в лаборатории «Безопасность, жизнедеятельности».

4. В лаборатории запрещается находиться в верхней одежде, трогать и прикасаться к приборам и установкам, не предназначенным для выполнения данной работы.

5. Включать в сеть лабораторный стенд можно после проверки исправности защитного заземления, проверки преподавателем усвоения материала лабораторной работы с его разрешения.

6. Во время проведения работы соединять схемы можно только используя стандартные переключатели и специальные гибкие проводники, снабженные наконечниками, не прикасаясь при этом к корпусу установки.

7. После выполнения замеров отключить установку, привести рабочее место в порядок и сообщить преподавателю об окончании замеров.

8. В лаборатории соблюдать образцовую дисциплину, содержать рабочее место в надлежащем санитарном состоянии.

5. Задания

5.1 Собрать схемы включения извещателей и оповещателей на стенде без включения питания.. При этом учесть, что красный провод – плюс, черный (синий) минус. Соединение производить только плюс к плюсу, а минус к минусу. Например: включить тепловой извещатель и комбинированный оповещатель; дымовой извещатель и табло «ПОЖАР» и другие варианты.

5.2 Включение питания осуществляется после проверки собранных схем преподавателем.

5.3 Соединить извещатель ручной с оповещателем (табло, оповещателем речевым). Включить автоматический выключатель. На приборе контрольном загорается лампочка «Сеть». Привести в действие извещатель пожарный ручной ИПР-И (открыть крышку и нажать на кнопку). Убедиться в срабатывании сигнализации (звуковой прерывистый сигнал, включается световое табло «Выход»). Кнопку ИПР-И вернуть в исходное положение с помощью крючка с резьбой. Закрыть крышку ИПР-И.

5.4 Подготовить источник тепла (фен), включить в сеть и разогреть в течение 2-х минут. Направить его на чувствительный элемент извещателя теплового ИП 103-5/1С/ Оценить время с момента касания до срабатывания сигнализации по часам в секундах. Отключить лабораторный стенд.

5.5 Включить дымовой извещатель в цепь. Включить «обрыв» или «короткое замыкание». Убедиться в срабатывании сигнализации (звуковой прерывистый сигнал, включается световое табло «Выход»).

5.6 Монтаж, установку и техническое обслуживание производить только после отключения основных и резервных источников электропитания прибора!

6. Содержание отчета

1. Титульный лист

2. Цель работы
3. Краткий конспект теоретического материала
4. Техническое обеспечение лабораторной работы
5. Принципиальная схема автоматической пожарной сигнализации
6. Назначение и принцип действия пожарных извещателей
7. Ответы на контрольные вопросы
8. Результаты тестирования

7. Контрольные вопросы и тестовые задания

Контрольные вопросы

Базовый уровень

1. Что входит в состав автоматической системы пожарной сигнализации?
2. Какие существуют виды пожарных извещателей по основному принципу работы?
3. Какие бывают схемы подключения пожарных извещателей к приемной станции?
4. По каким признакам можно установить, что система пожарной сигнализации не исправна?
5. Как классифицируют тепловые извещатели в зависимости от температуры и времени срабатывания?
6. Как классифицируют извещатели по характеру реакции на пожар?
7. Как классифицируют извещатели по способу приведения в действие?
8. Как классифицируют извещатели по способу электропитания?
9. Как классифицируют извещатели по возможности установки адреса?
10. Как классифицируют автономные пожарные извещатели?

Повышенный уровень

1. *Перечислите основные технические характеристики пожарных извещателей*

2. Перечислите преимущества и недостатки различных типов пожарных извещателей (теплового, дымового, пламени, газового, комбинированного)

3. Приведите примеры маркировки дымовых извещателей

4. Приведите примеры маркировки тепловых извещателей

5. Приведите примеры маркировки газовых извещателей

6. Приведите примеры маркировки комбинированных извещателей

7. Приведите примеры маркировки извещателей пламени

8. В чем состоит функция ПКП в системах пожарной сигнализации?

9. Какой тип системы оповещения и управления эвакуацией представлен на стенде?

Лабораторная работа 18

Тема: «Изучение этапов эвакуации при природных катаклизмах и чрезвычайных ситуациях техногенного характера»

Цель работы: сформировать готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий, изучить этапы эвакуации при природных катаклизмах и чрезвычайных ситуациях техногенного характера

2 Теоретическое обоснование

Чрезвычайными ситуациями (ЧС) принято называть обстоятельства, возникающие в результате стихийных бедствий (природные ЧС), аварий и катастроф в промышленности и на транспорте (техногенные ЧС), экологических катастроф, диверсий или факторов военного, социального и политического характера, которые заключаются в резком отклонении от нормы протекающих явлений и процессов и оказывают значительное воздействие на жизнедеятельность людей, экономику, социальную сферу или природную среду.

В Федеральном законе от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» дано такое определение: «Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иных бедствий, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной зоне, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей».

ЧС, возникающие в мирное время в результате стихийных бедствий, катастроф, производственных и транспортных аварий, сопровождаются разрушением зданий, сооружений, транспортных средств, инженерных коммуникаций, гибелью людей, уничтожением оборудования и материальных ценностей.

Зона чрезвычайной ситуации – территория или водная акватория, на которой в результате возникновения источника ЧС или распространения его последствий на другие районы возникла ЧС.

Стихийные бедствия – это опасные явления или процессы геофизического, геологического, гидрологического, атмосферного и другого происхождения таких масштабов, которые вызывают катастрофические ситуации, характеризующиеся внезапным нарушением жизнедеятельности населения, нарушением и уничтожением материальных ценностей, поражением и гибелью людей.

Стихийные бедствия часто приводят к авариям и катастрофам в промышленности, на транспорте, в коммунально-энергетическом хозяйстве и других сферах деятельности человека.

Авария – это повреждение машины, станка, установки, поточной линии, системы энергоснабжения, оборудования, транспортного средства, здания, сооружения. Очень часто аварии происходят на автомобильном, железнодорожном, воздушном и водном транспорте, в системах коммунально-бытового обслуживания. На промышленных предприятиях они, как правило, сопровождаются взрывами, пожарами, обрушениями, выбросом или разливом аварийно химически опасных веществ (АХОВ). Эти происшествия не столь значительны, без серьезных человеческих жертв.

Катастрофа – это событие с трагическими последствиями, крупная авария с гибелью людей.

Экологическая катастрофа – стихийное бедствие, крупная производственная или транспортная авария (катастрофа), которые привели к

чрезвычайно неблагоприятным изменениям в среде обитания, как правило, к массовой гибели живых существ и значительному экономическому ущербу.

3. Оборудование и материалы

Электрифицированный стенд-тренажер представляет собой информационную панель с отдельной секционной световой индикацией. На стенде размещены секции с названиями основных разделов по теме «Природные катаклизмы и ЧС техногенного характера». В конструкции учебного оборудования интегрирован сенсорный ЖК-дисплей 19", на котором отображается обучающий материал (рисунок 9.1)

Многофункциональный интерактивный стенд-тренажер предназначен для первичного инструктажа и обучения населения этапам эвакуации, самостоятельному спасению и оказанию первой медицинской помощи при природных катаклизмах и чрезвычайных ситуациях.

Действия населения и этапы эвакуации:

- при авариях и катастрофах
- при ЧС техногенного характера
- при ЧС природного характера
- при ЧС мирного и военного времени
- первая помощь при ЧС

Предусмотрены два режима эксплуатации: "Обучение" и "Тестирование". Все управление осуществляется при помощи сенсорного беспроводного пульта дистанционного управления и размещенным в нижней части тренажера блоком управления со светоиндикационными кнопками.

В нижней части стенда расположены рельефно-визуализационные объекты ЧС, которые сопровождаются рассказом "Виртуального учителя". Громкость "Виртуального учителя" изменяется при помощи сенсорного регулятора громкости, расположенного на лицевой стороне стенда.

На дисплее при помощи программного обеспечения с флеш-анимацией на основе мультимедийной платформы проигрываются видеоролики, слайд-шоу о чрезвычайных ситуациях, а также проводятся тестовые задания (15 вопросов - 4 варианта ответов) с последующим пояснением совершенных ошибок. Выбор ответов происходит при помощи сенсорной мембраны. Управление с дисплея очень удобно и понятно благодаря интерактивному меню.



Рисунок 9.1 – Общий вид электрифицированного стенда-тренажера

4. Указания по технике безопасности

1.В лаборатории соблюдать образцовую дисциплину, содержать рабочее место в надлежащем санитарном состоянии.

2.В лаборатории запрещается находиться в верхней одежде, трогать и прикасаться к приборам и установкам, не предназначенным для выполнения данной работы..

3.Перед началом работы преподаватель обязан проверить усвоение студентами специфики и последовательности использования стенда-тренажера.

6.При обнаружении любых неисправностей стенда-тренажера работы прекратить, немедленно известить преподавателя.

5. Задания

1. Изучить теоретический материал по теме работы

1.1 Включить стенд.

Без использования компьютера, встроенного в стенд, можно работать в режиме обучения.

Режим обучения позволяет получить информацию по следующим темам: вулканы; массовые пожары; ураганы; молния; цунами; обрушение здания, химическая авария, лавина снежная; пожары и взрывы; гидродинамическая авария; землетрясение; радиационная авария; засуха.

1.2 Включить компьютер. При загрузке на экране появляется строка меню: «Главное меню», «Введение», «Тестирование», «Безопасность».

1.3 При включении ссылки «Главное меню» на экране появляются рисунки, активация которых позволяет выбрать тип ЧС:

Природные ЧС

Техногенные ЧС.

1.4 Пройти обучение. При активации любой из ссылок «Природные ЧС» или «Техногенные ЧС» появляется окно с изображением различных видов ЧС и клавишами управления информацией: «Предупреждение», «Эвакуация», «Ликвидация последствий». Информация представляется визуально и в аудио формате.

Для регулирования скорости и параметров представления информации имеются клавиши: «Пауза», «Остановка», «Изменение громкости», «Развернуть окно с текстом», «Назад».

Используя их, можно прослушать информацию о следующих видах природных ЧС:

- вулканы;
- массовые пожары;
- ураганы;
- молния;
- цунами;
- лавина снежная;
- землетрясение;
- засуха;
- сель;
- оползень;
- наводнение;
- метель и снежные заносы.

Предлагается информация о следующих видах техногенных ЧС:

- химическая авария;
- массовые пожары;
- обрушение зданий;
- пожары и взрывы;
- гидродинамическая авария;
- радиационная авария.

По каждому из типов техногенных ЧС информация имеет следующую структуру: основные причины ЧС, мероприятия по предупреждению ЧС, спасательные работы.

1.5 При изучении материала в разделе меню «Безопасность» можно просмотреть видеоролики по следующим темам:

Природные ЧС: наводнения, землетрясения, ураганы, лесные пожары.

Техногенные ЧС: радиационная авария, внезапное обрушение зданий, пожары и взрывы, гидродинамическая авария, химическая авария.

2. Пройти проверку знаний по теме работы в форме тестирования

Обучающемуся предлагается 39 вопросов по всем темам. По результатам выдается информация: количество предъявленных вопросов, количество правильных ответов, количество неправильных ответов, время тестирования

3. Завершить работу на стенде - тренажере. Для этого выключить компьютер. Выключить стенд.

6. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист
2. Результаты тестирования
3. Ответы на вопросы по теме работы

7. Контрольные вопросы и тестовые задания

Базовый уровень

1. Что такое чрезвычайная ситуация?
2. Что такое экстремальная ситуация?
3. Землетрясение. Основные характеристики очага поражения при землетрясении. Мероприятия по защите населения.
4. Извержение вулкана. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.
5. Лавина снежная. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.
6. Засуха. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.

7. Сель. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.

8. Оползень. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.

9. Наводнение. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.

10. Массовые пожары. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.

11. Молния. Основные характеристики. Поведение человека.

12. Метель. Снежные заносы. Основные характеристики. Поведение человека. Мероприятия по защите населения.

13. Обрушение зданий. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.

14. Гидродинамическая авария. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.

15. Аварии на коммунальных системах. Классификация. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.

Повышенный уровень

1. Ураган. Торнадо. Бури Смерчи. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.

2. Цунами. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.

3. Химическая авария. Классификация. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.

4. Радиационная авария. Классификация. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.

5. Пожары и взрывы. Классификация. Основные характеристики очага поражения. Мероприятия по защите населения.

6. Что такое эвакуация? Назовите группы классификаций в зависимости от масштаба ЧС и ожидаемых масштабов поражения в зоне ЧС.

7. Назовите виды эвакуации в зависимости от времени и сроков проведения.

8. Назовите варианты эвакуационных мероприятий в зависимости от наличия времени после получения сигнала оповещения, степени опасности и длительности воздействия поражающих факторов.

9. Перечислите способы эвакуации и назовите группы населения, подлежащие эвакуации и рассредоточению?

10. Охарактеризуйте этапы эвакуации.

11. Опишите порядок проведения эвакуации?

12. Что такое медицинская помощь? Перечислите виды медицинской помощи.

13. Первая медицинская помощь включает три основные группы мероприятий. Назовите.

14. Назовите, что включают в себя мероприятия (объём) первой медицинской помощи.

15. Виды средств индивидуальной защиты.

16. Перечислите и охарактеризуйте средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД).

17. Перечислите и охарактеризуйте средства индивидуальной защиты кожи (СИЗК).

18. Перечислите и охарактеризуйте медицинские средства индивидуальной защиты.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по организации самостоятельной работы
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности предприятий пищевых отраслей»
для студентов направления 19.03.03 Биотехнологии и технологии

Ставрополь
2026

Введение

При изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» учебным планом предусмотрены аудиторные занятия (лекции и практические), а также самостоятельная работа студентов (СРС) по изучению основной и дополнительной литературы, выступления с докладами.

Основными формами работы и контроля СРС в данном курсе являются:

- самостоятельное изучение основного и дополнительного материала по темам, представленным в рабочей программе дисциплины. Отчет по данной форме контроля представляется в форме конспекта. Данное мероприятие сочетает письменную и устную формы деятельности студента; выявляет аналитические умения, навыки выделения смысловых центров текста;

В данных методических указаниях представлены рекомендации по организации самостоятельной работы по данным направлениям.

Содержание

<u>Введение</u>	2
<u>Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»</u>	4
<u>План-график выполнения самостоятельной работы</u>	5
<u>Контрольные точки и виды отчетности по ним</u>	6
<u>Методические рекомендации по изучению теоретического материала</u>	7
<u>Подготовка доклада</u>	33
Список рекомендуемой литературы	37

Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»

При изучении курса предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

1. Самостоятельное изучение материала по темам дисциплины (в соответствии с рабочей программой);
2. Подготовка к практическим занятиям;
3. Подготовка к лабораторным занятиям
4. Подготовка доклада

Самостоятельное изучение теоретического материала сочетает устную и письменную работу студента и организуется с целью формирования у студентов навыков поиска информации по определённой тематике, работы с текстовой информацией, выделения главного смыслового содержания текста и умения представить его краткое изложение в письменном виде, а также сформулировать теоретический ответ по рассматриваемому вопросу.

Данный вид работы способствует формированию следующих компетенций:

: ИД-2 УК-8 оценивает вероятность возникновения потенциальной опасности в повседневной жизни и профессиональной деятельности и принимает меры по ее предупреждению;

ИД-3 УК-8 использует основные методы защиты при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов в повседневной жизни и профессиональной деятельности

ИД-1 ОПК-3. Использует знания назначения, принципов действия и устройства основного и вспомогательного оборудования, аппаратов, измерительных приборов и электрооборудования при решении профессиональных задач

ИД-3 ПК-2 Разрабатывает и внедряет безотходные и малоотходные технологии переработки животного сырья, в т.ч. инновационные

План-график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикаторов	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
5 семестр					
ИД-2 УК-8 ИД-3 УК-8 ИД-1 ОПК-3 ИД-3 ПК-2	Самостоятельное изучение литературы	Опрос, собеседование	10,5	3	13,5
Итого за 5 семестр			10,5	3	13,5
Итого			10,5	3	13,5

Контрольные точки и виды отчетности по ним

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
5 семестр			
1	Практическое занятие 3	7	15
2	Практическое занятие 6	15	20
3	Лабораторная работа 14	17	20
	Итого за 5 семестр:		55
	Итого:		55

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности предприятий пищевых отраслей» учебным планом предусмотрены аудиторные занятия (лекции, практические, лабораторные), а также самостоятельная работа студентов (СРС) по изучению основной и дополнительной литературы.

Основными формами работы и контроля СРС в данном курсе являются:

- самостоятельное изучение основного и дополнительного материала по темам, представленным в рабочей программе дисциплины. Отчет по данной форме контроля представляется в форме конспекта. Данное мероприятие сочетает письменную и устную формы деятельности студента; выявляет аналитические умения, навыки выделения смысловых центров текста;

Оценка знаний с помощью собеседования

Проверка знаний материала лекционных и практических занятий проводится в виде собеседования. Предполагается, что отдельные вопросы тем дисциплины изучаются студентами самостоятельно. Знания указанных вопросов проверяется наличием конспектов и собеседованием. Ниже приведены вопросы для собеседования по темам курса «Безопасность жизнедеятельности».

Данное оценочное мероприятия проводится на практических занятии на основании материалов и знаний, полученных на лекциях, а также при изучении основной и дополнительной литературы. Для подготовки к данному оценочному мероприятию студенту необходимо подготовить устные ответы на вопросы собеседования, либо законспектировать данные ответы в тетрадь. При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования материалами лекций, основной и дополнительной литературы, а также интернет-ресурсов.

При проверке задания, оцениваются:

- правильность ответов;
- чёткое знание терминологии;
- умение грамотно, четко и последовательно излагать материал;
- использование дополнительной литературы при подготовке;
- умение анализировать теоретический материал и сопоставлять его с практикой;
- знание статистических данных об изучаемых процессах и явлениях;
- умение приводить конкретные примеры.

В процессе самостоятельного изучения отдельных вопросов тем дисциплины рекомендуется работа с литературой, перечень которой приведен в конце методических указаний.

Базовый уровень

1. Особенности организации вентиляции на предприятиях пищевых отраслей
2. Особенности организации естественного освещения на предприятиях пищевых отраслей
3. Особенности организации искусственного освещения на предприятиях пищевых отраслей
4. Источники акустических колебаний на предприятиях пищевых отраслей. Нормативные значения акустических колебаний
5. Профессиональные заболевания, вызванные действием шума на организм человека, на предприятиях пищевых отраслей. Организационные мероприятия по защите от шума. Средства индивидуальной защиты от шума.
6. Средства коллективной защиты от шума на предприятиях пищевых отраслей
7. Действие электрического тока на организм человека. Виды поражений. Особенности на предприятиях пищевых отраслей
8. Классификация помещений пищевых отраслей по возможности поражения электрическим током. Допустимые напряжения в зависимости от класса помещений
9. Методы и средства защиты от действия электрического тока на предприятиях пищевых отраслей
10. Показатели пожаро – взрывоопасности веществ на предприятиях пищевых отраслей
11. Особенности прекращения возгорания на предприятиях пищевых отраслей. Технологические мероприятия по предотвращению пожаров
12. Безопасность эксплуатации сосудов под давлением
13. Требования безопасности к генеральным планам промышленных площадок предприятий
14. Требования промышленной безопасности к опасным производственным объектам
15. Эргономические требования безопасности к органам управления оборудования
16. Сигнальная окраска, указатели, надписи и маркировка.
17. Принципы проектирования безопасного оборудования.
18. Требования безопасности к складским работам
19. Безопасная эксплуатация компрессорных установок.
20. Техническое освидетельствование сосудов, работающих под давлением.
21. Требования безопасности при погрузочно-разгрузочных работах
22. Какое оборудование относится к оборудованию повышенной опасности?
23. Баллоны. Классификация, обозначение и окраска баллонов. Правила безопасной эксплуатации газовых баллонов.
24. Трубопроводы. Опознавательная окраска и предупредительные (сигнальные) цветные кольца трубопроводов.
25. Безопасность эксплуатации котельных установок
26. Газовое хозяйство предприятия. Внутрицеховое газовое хозяйство. Условия безопасной эксплуатации
27. Состав, свойства и классификация производственных сточных вод
28. Режим водоотведения промышленных предприятий. Нормы водоотведения.
29. Определение необходимой степени очистки сточных вод по БПКполн.
30. Механическая очистка сточных вод
31. Физико-химическая очистка сточных вод
32. Биологическая очистка сточных вод
33. Обеззараживание производственных сточных вод
34. Источники образования твердых отходов. Нормирование
35. Методы и средства очистки выбросов в атмосферу
36. Основные источники загрязнения атмосферы на предприятиях пищевых отраслей
37. Отходы производства и потребления и их влияние на окружающую среду.

Безотходное и малоотходное производство.

Критерии оценивания компетенций*

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент показал глубокое, прочное и аргументированное освоение программного учебного материала, при этом поставленный вопрос раскрыт последовательно, четко и логически стройно, в полном исчерпывающем объеме, основные категории, понятия и термины учебного курса формулировались правильно, не допущено при ответе ошибок

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент показал твердое знание программного учебного материала, при этом поставленный вопрос раскрыт грамотно и по существу, в достаточно полном объеме, основные категории, понятия и термины учебного курса формулировались правильно, допущены при ответе отдельные неточности или одна ошибка.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент показал знание только основной части учебного материала без его частных деталей, при этом поставленный вопрос раскрыт с нарушением логической последовательности, не в полном объеме; были допущены неточные формулировки основных категорий, понятий и терминов учебного курса, а также ошибки (не более двух) или ряд незначительных неточностей, не искаживших существенно суть ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки (более двух), существенно искажившие его суть. Оценка неудовлетворительно выставляется также, если отсутствует ответ на вопрос, либо студент отказался его сдавать.

Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным **55**. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставаемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: собеседование.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенцию УК-8, ОПК-3, ПК-3

Особенности заданий базового уровня состоят в том, что студент способен объяснять и применять в предлагаемом контексте термины и понятия курса; анализировать и классифицировать информацию, представленную схематически; соотносить текстовую информацию со знаниями курса.

Особенности заданий повышенного уровня состоят в том, что студент, владеющей информацией на повышенном уровне может раскрывать теоретические положения на конкретных примерах, решать проблемные задачи, используя теоретические знания; самостоятельно находить информацию, необходимую для формулирования собственных суждений;

критически воспринимать информацию, получаемую из текстовых источников, аргументировать собственную позицию, подтверждая её адекватными примерами из курса дисциплины, смежных учебных дисциплин и собственного жизненного опыта.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо ознакомиться с рекомендуемой литературой, ресурсами Интернет, периодическими изданиями, присутствующими в читальном зале библиотеки корпуса 11. Примерное время, отводимое на подготовку каждой теме приведено в рабочей программе дисциплины.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования калькулятором, справочными материалами, нормативными документами.

При проверке задания оцениваются последовательность и рациональность выполнения, - развитость мышления (гибкость, рациональность, оригинальность), сформированность умения решать задачи, сформированность прикладных умений (способность решать практические проблемы, применять новые технологии для решения прикладных задач и т.д.), умение чётко и аргументировано излагать свою мысль, грамотность в оформлении решений задач, сформированность умений самоконтроля и самооценки (самокритичность, умение работать над ошибками, реалистичность в оценке своих способностей).

Тестовые задания по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса
1.	1 – а 2 – b 3 – c	Установите соответствие между показателями токсичности и классами опасности химических веществ. 1) Средняя смертельная концентрация в воздухе вещества 70000 мг/м³ 2) Средняя смертельная доза при введении в желудок 2000 мг/кг 3) Средняя смертельная доза вещества при попадании на кожу 70 мг/кг а) Мало опасные вещества б) Умеренно опасные вещества с) Чрезвычайно опасные вещества d) Высоко опасные вещества
2.	a	Какие показатели относят в токсикологии к показателям возможности отравления? а) средняя смертельная доза при введении в желудок (LD_{50ж}), средняя смертельная доза при нанесении на кожу (LD_{50к}), предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны (ПДК рз), средняя смертельная концентрация в воздухе (LC₅₀) б) зона хронического действия, зона острого действия, коэффициент возможного ингаляционного отравления (КВИО)
3.	a b d f	Как классифицируют системы вентиляции по способу обеспечения метеорологических параметров? а) приточная б) приточно - вытяжная с) местная д) приточно – вытяжная с рециркуляцией е) смешанная f) вытяжная

4.	a	Какой вид прикосновения в электрической сети наиболее опасен? а) двухфазное прикосновение в сети с изолированной нейтралью б) однофазное прикосновение в сети с заземленной нейтралью с) однофазное прикосновение в сети с изолированной нейтралью д) однофазное прикосновение к нулевому проводу и фазе сети
5.	a	Как измеряется сопротивление изоляции проводов электрических сетей? а) с помощью мегаомметров б) по величине тока короткого замыкания проводов на землю с) компенсационным проводом д) путем измерения токов утечки
6.	1 – а 2 – б 3 – с 4 – д	Установите соответствие между измеряемыми показателями и приборами для выполнения измерений параметров микроклимата. 1) температура 2) относительная влажность 3) скорость движения воздуха 4) инфракрасное излучение 5) ионный состав воздуха а) термометр б) психрометр с) анемометр д) актинометр
7.	a	Укажите, на какие виды делят средства индивидуальной защиты органов дыхания по основному принципу действия ? а) фильтрующие и изолирующие б) очищающие и сорбирующие с) пылевые и газовые
8.	c	Укажите периодичность гидравлических испытаний баллонов, находящихся в эксплуатации и не подлежащих учету в органах Ростехнадзора работающих со средой, вызывающей разрушение и физико-химическое превращение материалов (коррозия и т.п.) со скоростью менее 0,1 мм/год, в которых давление выше 0,07 МПа создается периодически для их опорожнения.

		а) не реже 1 раза в 4 года б) не реже 1 раза в 8 лет с) не реже 1 раза в 10 лет
9.	б	В какой цвет должны быть окрашены трубопроводы для транспортировки пара? а) зеленый б) красный с) серый
10.	а)	Укажите пробное давление при гидравлических испытаниях паровых котлов при рабочем давлении не более 0,5 МПа. а) 1,5 рабочего давления б) 1,25 рабочего давления с) 0,5 рабочего давления
11.	а	Выберите правильные утверждения. Механические методы очистки сточных вод могут применяться для удаления: а) крупнодисперсных нерастворенных примесей; б) диспергированных нерастворенных примесей; с) тонкодиспергированных нерастворенных примесей; д) растворенных примесей; е) микроорганизмов
12.	а б с д е ф	Какие методы очистки сточных вод можно отнести к физико-химическим? а) коагуляция, б) флотация, с) сорбция, д) экстракция, е) ультрафильтрация, ф) электродиализ г) отстаивание, х) процеживание, и) фильтрование, ж) центрифугирование
13.	а	Что такое активный ил? а) биоценоз зоогенных скоплений (колоний) бактерий и простейших организмов, которые участвуют в очистке сточных вод. б) совокупность бактерий, развивающихся в сооружении биологической очистки сточных вод и образующих колонии;

		с) совокупность микроорганизмов, развивающихся в сооружении биологической очистки сточных вод.

4. Критерии оценивания компетенций*

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Идентифицирует опасные и вредные производственные факторы и оценивает масштабы их воздействия на человека и окружающую природную среду. Представляет методы защиты от опасностей различного генезиса и проводит численную оценку защитных мероприятий. Проводит типизацию стихийных бедствий, крупных производственных аварий и катастроф; оценивает поражающие факторы и предусматривает методы и способы защиты персонала и населения от них. Проводит мероприятия по оказанию первой доврачебной помощи пострадавшим. Излагает и применяет правовые и нормативные документы, по вопросам охраны труда, охраны окружающей природной среды, безопасности в чрезвычайных ситуациях. Компетенции УК-8, ОПК-3, ПК-2 освоены на базовом и повышенном уровнях.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Идентифицирует опасные и вредные производственные факторы и оценивает масштабы их воздействия на человека и окружающую природную среду. Представляет методы защиты от опасностей различного генезиса и проводит численную оценку защитных мероприятий. Проводит типизацию стихийных бедствий, крупных производственных аварий и катастроф, не оценивает поражающие факторы и предусматривает методы и способы защиты персонала и населения от них. Проводит мероприятия по оказанию первой доврачебной помощи пострадавшим. Излагает и применяет правовые и нормативные документы, по вопросам охраны труда, охраны окружающей природной среды, безопасности в чрезвычайных ситуациях. Компетенции УК-8, ОПК-3, ПК-2 освоены на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания базового уровня, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ. Идентифицирует опасные и вредные производственные факторы и оценивает масштабы их воздействия на человека и окружающую природную среду. Представляет методы защиты от опасностей различного генезиса, не проводит численную оценку защитных мероприятий. Не проводит типизацию стихийных бедствий, крупных производственных аварий и катастроф, не оценивает поражающие факторы и предусматривает методы и способы защиты персонала и населения от них. Проводит мероприятия по оказанию первой доврачебной помощи пострадавшим. Не излагает и не применяет правовые и нормативные документы, по вопросам охраны труда, охраны окружающей природной среды, безопасности в чрезвычайных ситуациях. Компетенции УК-8, ОПК-3, ПК-2 освоены не в полном объеме на базовом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки,

неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Идентифицирует опасные и вредные производственные факторы, не оценивает масштабы их воздействия на человека и окружающую природную среду. Не проводит мероприятия по оказанию первой доврачебной помощи пострадавшим. Компетенции УК-8, ОПК-3, ПК-2 не освоены.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Михайлиди, А. М. Безопасность жизнедеятельности на производстве : учебное пособие / А. М. Михайлиди. - Безопасность жизнедеятельности на производстве, Весь срок охраны авторского права. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 135 с. -
2. Соколов, А. Т. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / А. Т. Соколов. - Безопасность жизнедеятельности, 2021-12-05. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. - 191 с.
3. Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс / Холодов О. М., Дуц В. И., Кубланов А. М., Куликова Т. А., Шуманский И. И. : учебное пособие. - Воронеж : ВГИФК. 2020. - 206 с.

Дополнительная литература:

1. Алексеев, В. С. Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс : Учебное пособие для СПО / В. С. Алексеев, О. И. Жидкова, И. В. Ткаченко. - Безопасность жизнедеятельности, 2020-08-30. - Саратов : Научная книга, 2019. - 159 с.
2. Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс : учебное пособие. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. - 214 с.
3. Кривошеин, Д. А.
 Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс / Кривошеин Д. А., Дмитренко В. П., Горькова Н. В. : учебное пособие. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 340 с.
4. Сазонова, А. М.
 Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс / Сазонова А. М., Харламова А. В., Шилова Е. А. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2019. - 50 с.